



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - TM141585

# **STUDI EKSPERIMEN VARIASI *ROLLER* 7 GRAM, 10 GRAM, 11 GRAM DAN 12 GRAM PADA *CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)* TERHADAP KINERJA TRAKSI DAN PERCEPATAN DARI KENDARAAN SCOOPY 110 CC**

MUHAMMAD AKIF HABIBULLAH  
NRP. 2110 100 159

Dosen Pembimbing  
Prof.Ir.I. Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D.

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**FINAL PROJECT - TM141585**

***EXPERIMENTAL STUDY OF VARIATION 7 GRAM  
ROLLER, 10 GRAM ROLLER, 11 GRAM ROLLER AND  
12 GRAM ROLLER ON CONTINUOUSLY VARIABLE  
TRANSMISSION (CVT) BASED ON TRACTION  
PERFORMANCE AND ACCELERATION OF SCOOPY  
110 CC***

**MUHAMMAD AKIF HABIBULLAH**  
**NRP. 2110 100 159**

**Advisor Lecture**  
**Prof.Ir.I. Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D.**

***Mechanical Engineering Department  
Faculty of Industrial Technology  
Surabaya Nopember Institute Of Technology  
Surabaya 2016***



**TUGAS AKHIR- TM141585**

**STUDI EKSPERIMEN VARIASI *ROLLER* 7 GRAM, 10 GRAM, 11 GRAM DAN 12 GRAM PADA *CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)* TERHADAP KINERJA TRAKSI DAN PERCEPATAN DARI KENDARAAN SCOOPY 110 CC**

**MUHAMMAD AKIF HABIBULLAH**  
**NRP 2110 100 159**

Dosen Pembimbing  
Prof.Ir.I. Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D.

JURUSAN TEKNIK MESIN  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

**STUDI EKSPERIMEN VARIASI ROLLER 7 GRAM, 10  
GRAM, 11 GRAM DAN 12 GRAM PADA *CONTINUOUSLY  
VARIABLE TRANSMISSION (CVT)* TERHADAP KINERJA  
TRAKSI DAN PERCEPATAN DARI KENDARAAN**

**SCOOPY 110 CC**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi Desain  
Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**Muhammad Akif Habibullah**

Nrp. 2110 100 159

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc.PhD ..... (Pembimbing)  
(NIP. 195106051978031002)
2. Ir. Yusuf Kaelani, MSc.E ..... (Penguji 1)  
(NIP. 196511031990021001)
3. Dr. Unggul Wasiwitono, ST, M.Eng.Sc ..... (Penguji 2)  
(NIP. 197805102001121001)
4. Aida Annisa Amin Daman, ST, MT ..... (Penguji 3)  
(NIP. 198907052015042005)



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Transmisi Kendaraan .....	8
2.2.1 Transmisi Manual .....	9
2.2.1.1 Pengertian Transmisi Manual .....	9
2.2.1.2 Cara Kerja Transmisi Manual .....	10
2.2.2 Transmisi Otomatis .....	11
2.2.2.1 Pengertian Transmisi Otomatis .....	11
2.2.2.2 Cara Kerja Transmisi Otomatis .....	12
2.3 Karakteristik CVT .....	13
2.4 Analisa Gaya Pada <i>Roller</i> .....	14
2.5 Analisa Gaya Pada Komponen CVT .....	16
2.6 Gaya Dorong Kendaraan .....	18
2.7 <i>Rolling Resistance</i> .....	19
2.8 <i>Aerodynamic Resistance</i> .....	20
2.9 <i>Grade Resistance</i> .....	21
2.10 Spin .....	22
2.11 Spesifikasi Honda Scoopy 110 cc .....	23



2.12 <i>Dyno Test</i> .....	24
-----------------------------	----

### Bab 3 Metodologi

3.1 Prosedur Penelitian.....	27
3.2 Peralatan yang Digunakan.....	28
3.3 Prosedur Pengujian Kendaraan .....	32
3.4 Skema Pengujian Percobaan .....	33
3.5 Prosedur Pengujian.....	36

### BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian.....	41
4.1.1 Data Hasil Spesifikasi <i>Roller</i> .....	41
4.1.2 Data Hasil Pengujian <i>Syno Test</i> dan <i>Digital Tachometer</i> .....	41
4.1.3 Data Hasil Pengukuran Luas Frontal.....	43
4.2 Analisa Data dan Pembahasan .....	45
4.2.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	45
4.2.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Beserta Pengaruh Gaya Hambat dan Spin Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	47
4.2.3 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 20 Derajat .....	50
4.2.4 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 15 Derajat .....	51
4.2.5 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 10 Derajat .....	53
4.2.6 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 5 Derajat .....	55
4.2.7 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap	

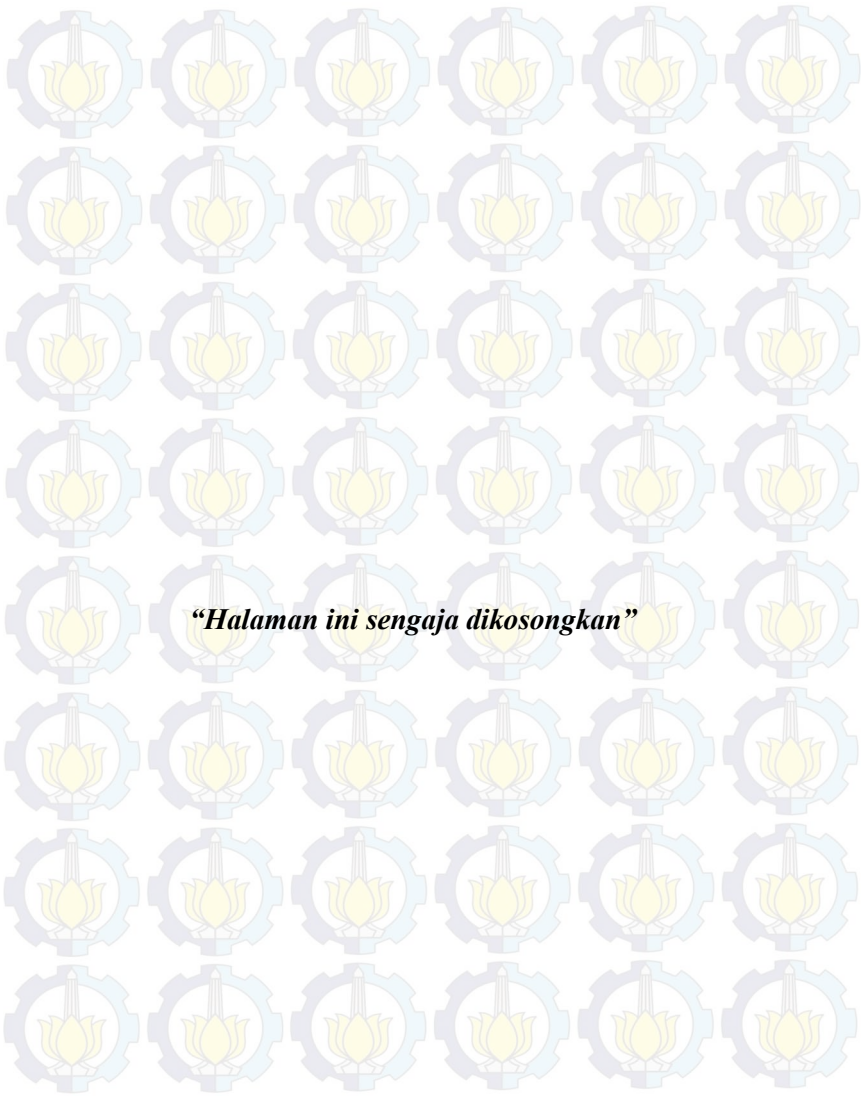
<i>Roller</i> Pada Jalan Datar.....	57
4.2.8 Grafik Perbandingan Torsi Roda Terhadap Kecepatan Putaran <i>Engine</i> Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	58
4.2.9 Grafik Perbandingan Daya Terhadap Kecepatan Putaran <i>Engine</i> Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	58
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	63
5.2 Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>BIODATA PENULIS</b>	





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Koefisien <i>Aerodynamic Resistance</i> untuk Kendaraan [4].....	21
Tabel 2.2	Koefisien Gesek Ban Pada Berbagai Jenis Jalan [4].....	22
Tabel 2.3	Spesifikasi Honda Scoopy 110 cc [10] .....	23



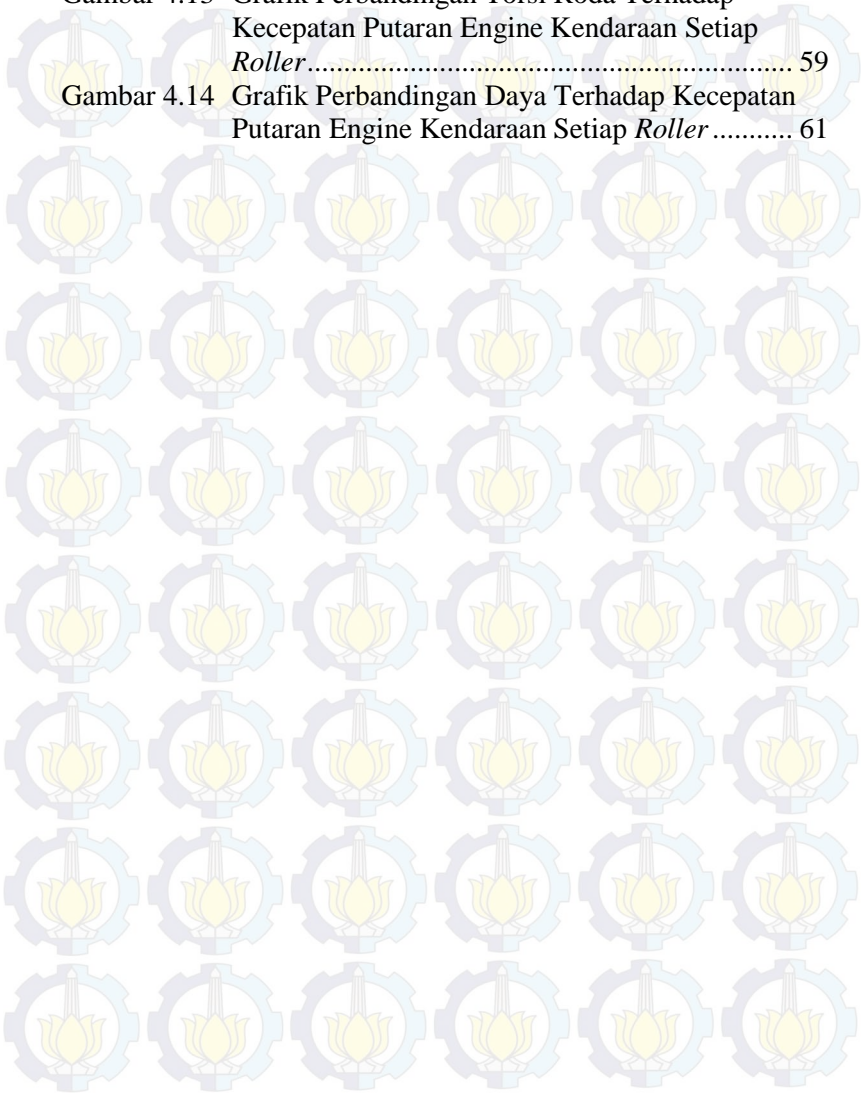
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 PGM-FI dengan New Vario 110 FI [7] .....	5
Gambar 2.2	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 PGM-FI <i>Roller</i> 15 gram, 16 gram, 17 gram dan 18 gram [8] .....	6
Gambar 2.3	Grafik Perbandingan Percepatan Vario 125 PGM-FI <i>Roller</i> 15 gram, 16 gram, 17 gram dan 18 gram [8] .....	7
Gambar 2.4	Gaya Dorong yang dibutuhkan Kendaraan [4]...	8
Gambar 2.5	Konstruksi Transmisi Manual [1] .....	9
Gambar 2.6	Konstruksi CVT [3].....	11
Gambar 2.7	Kurva Perbandingan RPM vs Kecepatan Kendaraan dengan Transmisi Manual dan CVT [3] .....	13
Gambar 2.8	Konstruksi <i>Roller</i> pada <i>Primary Pulley</i> [3].....	15
Gambar 2.9	Analisa <i>Roller</i> [2] .....	15
Gambar 2.10	Gaya - gaya yang Bekerja Pada <i>Pulley</i> [11].....	17
Gambar 2.11	FBD Gaya Dorong, Kecepatan, Percepatan dan Gaya Hambat [12] .....	18
Gambar 2.12	Pengaruh Tekanan Ban pada $f_s$ dan $f_0$ [4] .....	20
Gambar 2.13	Diagram Bodi Bebas Kendaraan Saat Menanjak [12] .....	21
Gambar 2.14	Dinamometer Mesin- <i>Engine Dyno</i> [3] .....	24
Gambar 2.15	<i>Dyno Test</i> Honda Scoopy 110 cc pada <i>Chassis Dyno</i> .....	25
Gambar 3.1	Flowchart Penelitian.....	27
Gambar 3.2	Alat <i>Dynotest</i> dan Perlengkapannya .....	28
Gambar 3.3	Motor Scoopy 110 cc Karbulator .....	29
Gambar 3.4	<i>Roller</i> CVT .....	30
Gambar 3.5	<i>Digital Tachometer</i> [6].....	30
Gambar 3.6	Timbangan <i>Digital</i> .....	31
Gambar 3.7	Jangka Sorong [7] .....	31
Gambar 3.8	Flowchart Pengujian Kendaraan .....	32

Gambar 3.9	<i>Set Up</i> Kendaraan Pada Alat <i>Dynotest</i> .....	33
Gambar 3.10	Skema Percobaan Pengukuran Torsi Roda dan Putaran <i>Engine</i> Kendaraan .....	34
Gambar 3.11	Skema Percobaan Pengukuran Kecepatan Putaran Transmisi Kendaraan .....	35
Gambar 3.12	Skema Percobaan Pengukuran Kecepatan Putaran Transmisi Kendaraan .....	36
Gambar 3.13	Flowchart Perhitungan .....	36
Gambar 3.14	Flowchart Pengujian Kendaraan.....	36
Gambar 4.1	Data Hasil Pengujian <i>Dyno Test</i> .....	42
Gambar 4.2	Data Hasil Pengujian <i>Digital Tachometer</i> .....	42
Gambar 4.3	Kendaraan dan Pengendara Tampak Depan .....	43
Gambar 4.4	Kendaraan dan Pengendara di Software Solidwork 2014 .....	44
Gambar 4.5	Hasil Pengukuran Luas Frontal di Software Solidwork 2014 .....	44
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	45
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Gaya Dorong Beserta Pengaruh Gaya Hambat dan Spin Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	47
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 20 Derajat .....	50
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 15 Derajat .....	52
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 10 Derajat .....	54
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada Tanjakan 5 Derajat .....	55
Gambar 4.12	Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap <i>Roller</i> Pada	



Jalan Datar .....	57
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Torsi Roda Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	59
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Daya Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap <i>Roller</i> .....	61







## KATA PENGANTAR

Puji syukur dihaturkan kehadiran Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, hanya karena tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana S-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga tersayang, khususnya kedua orangtua, yang telah menjadi orang-orang terbaik dalam hidup penulis dan selalu memberikan doa dan dorongan dalam segala kondisi.
2. Prof.Ir.I. Nyoman Sutantra,M.Sc.,Ph.D. yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin FTI ITS, terima kasih atas ilmu yang disampaikan, semoga bermanfaat kedepannya bagi diri penulis dan bagi bangsa dan negara.
4. Kepada saudara Mandra Ayi Restika Maulidya yang selalu memberikan semangat dan perhatian untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Danan Wiratmoko dan Oky Arfiansyah sebagai sahabat yang selalu memotivasi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Christopher Resza selaku partner yang menemani mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Kepada segenap teman-teman Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin yang telah membantu pada saat uji dynotest.
8. Para teman-teman Lab Desain yang senantiasa menemani dan menghibur penulis saat sedang penat dan lelah.
9. Teman-teman angkatan M53 yang senantiasa memberi motivasi dan menemani penulis selama kebersamaan lima tahun ini.

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2016

Penulis

**STUDI EKSPERIMEN VARIASI *ROLLER* 7 GRAM, 10 GRAM, 11 GRAM DAN 12 GRAM PADA *CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT)* TERHADAP KINERJA TRAKSI DAN PERCEPATAN DARI KENDARAAN SCOOPY 110 CC**

**Nama Mahasiswa : Muhammad Akif Habibullah**  
**NRP : 2110100159**  
**Jurusan : Teknik Mesin FTI-ITS**  
**Dosen Pembimbing: Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, Msc., PhD**

**ABSTRAK**

*Saat ini perkembangan dunia otomotif khususnya sepeda motor terus dikembangkan untuk mendapatkan kenyamanan dalam pengendalian. Produsen otomotif khususnya roda dua (sepeda motor) telah memproduksi kendaraan yang memakai sistem transmisi otomatis yang disebut dengan CVT (Continuously Variable Transmission) sistem. Sistem transmisi ini tidak menggunakan roda gigi namun memanfaatkan sistem pulley and belt. Banyaknya variasi massa roller yang dijual dipasaran dan memiliki variasi massa yang berbeda-beda mengindikasikan bahwa pemilihan massa roller yang sesuai, dapat memperbaiki performa dari kendaraan standart. Dan ini yang mendasari terlaksananya tugas akhir kali ini.*

*Pada tugas akhir ini data yang ingin diperoleh adalah gaya dorong, kecepatan, percepatan dan gaya hambat total kendaraan. Untuk mendapatkan gaya dorong, perlu dilakukan dynotest langsung pada roda belakang dengan variasi beberapa massa roller yang nantinya akan didapatkan data berupa besarnya torsi roda dan kecepatan putaran engine. Kecepatan didapatkan dari nilai torsi engine dan rasio transmisi. Percepatan dari variasi massa roller didapatkan dari gaya dorong, gaya hambat total dan total massa. Setelah didapatkan grafik gaya dorong, kecepatan dan percepatan maka akan dimasukkan nilai gaya hambat total yang terdiri dari gaya*



*hambat angin dan gaya hambat akibat tanjakan. Gaya hambat angin didapatkan dari nilai koefisien drag dan luas frontal kendaraan. Gaya hambat akibat tanjakan diperoleh dari massa total kendaraan yang berubah akibat variasi tanjakan yaitu sebesar 5 derajat, 10 derajat, 15 derajat dan 20 derajat. Pada tugas akhir ini massa roller standar sebesar 12 gram dan akan divariasikan dengan massa roller 7 gram, 10 gram dan 11 gram.*

*Adapun hasil yang didapatkan bahwa roller 12 gram menghasilkan nilai rata-rata gaya dorong terbesar pada kecepatan rendah sampai tinggi. Sehingga, roller 12 gram merupakan roller paling baik serta cocok digunakan untuk berkendara di jalan yang terdapat tanjakan maupun datar juga memaksimalkan acceleration dan top speed. Karena untuk melewati kondisi jalan tersebut dibutuhkan kendaraan dengan nilai gaya dorong dan percepatan yang besar pada kecepatan rendah sampai tinggi. Roller 10 dan 11 gram juga cocok digunakan pada kondisi yang sama. Karena roller ini mampu menghasilkan nilai gaya dorong dan percepatan yang lebih tinggi di beberapa tingkat kecepatan tertentu walaupun nilai rata-rata gaya dorong dan percepatan kendaraan pada kecepatan menengah sampai maksimal tidak lebih besar daripada yang dihasilkan roller 12 gram. Pada analisa spin disarankan menggunakan roller 7 gram pada kondisi jalan aspal basah, snow dan ice karena nilai gaya dorong pada roller 7 gram lebih kecil saat kecepatan rendah sampai tinggi daripada nilai gaya dorong roller yang lain. Range kecepatan pada kondisi spin yang dimiliki roller 7 gram juga cenderung lebih pendek dibandingkan roller lainnya.*

**Kata Kunci :** *Transmisi Otomatius, Massa Roller, Continuously Variable Transmission*



**EXPERIMENTAL STUDY OF VARIATION 7 GRAM  
ROLLER, 10 GRAM ROLLER, 11 GRAM ROLLER AND  
12 GRAM ROLLER ON CONTINUOUSLY VARIABLE  
TRANSMISSION (CVT) BASED ON TRACTION  
PERFORMANCE AND ACCELERATION OF SCOOPY 110  
CC**

**Student Name** : Muhammad Akif Habibullah  
**Student ID** : 2110100159  
**Department** : Mechanical Engineering  
**Academic Supervisor** : Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, Msc.,  
PhD

**ABSTRACT**

*Nowdays, the development of the automotive world, especially motorcycle, continues to be developed in order to get comfort in control. Automotive manufacturers, especially two-wells (motorcycle), has been producing vehicles that use automatic transmission system called Continuously Variable Transmission (CVT) system. This transmission system does not use gears, but the harness and belt pulley system. Many variations of mass sold in the market and has a mass that is different variation indicated that the selection of the appropriate roller mass corresponding roller can improve the standart vehicles performance. And this is the underlying implementation of the final assignment.*

*In this final assignment, the data to be obtained is thrust, speed acceleration and drag of the total vehicle. To get the thrust, dynotest need to be done directly on the rear wheel with same variation of the mass of a roller that will be obtained data such as the amount of torque and engine speed. Speed is obtained from the value of the engine torque and the transmission ratio. Acceleration of the mass variation roller obtained from thrust drag the total and the total mass. Having*

*obtained the graph of the thrust, speed and acceleration, it will put a drag value of the total consisting of wind drag and drag due to the ramp. The wind drag is obtained from coefficient value of the drag and the frontal area of the vehicle. Drag due to the ramp obtained from the total mass of the vehicle has changed due to the variation of the incline at 5 degrees, 10 degrees, 15 degrees, and 20 degrees. In this final assignment, standard roller mass is 12 grams and will be varied with the mass roller 7 grams, 10 grams and 11 grams.*

*The results obtained in the form of highest thrust at low speed is generated by variation of roller 12 grams. While the roller 12 is more suitable for riding on a way that there are incline and flat also maximize acceleration and top speed. Because to pass through road conditions are needed a vehicle with value thrust and acceleration are big on speeds up high. Roller 10 and 11 grams also been appropriated used on equal conditions. Because roller was able to produce values thrust and acceleration a higher some level of certain speed although the value of flattened averaged flattened thrust and the vehicle on speed medium to maximum is not much greater than is produced a roller 12 grams. In the spin analysis is advisable to use a roller 7 grams on wet asphalt conditions, snow and ice because of the value of the thrust on roller 7 grams is smaller when on the medium to high speed instead of the values of the other roller thrust.*

**Keywords:** Automatic Transmission, Mass Roller, Continuously Variable Transmission

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi yang sangat cepat, menjadikan suatu bangsa berfikir jauh ke depan untuk mewujudkan kehidupan bangsa yang maju. Kemajuan teknologi mempengaruhi berbagai aspek kehidupan baik ekonomi, politik, sosial, dan budaya. Salah satu kemajuan teknologinya yaitu dalam bidang otomotif dan setiap negara tidak akan terlepas dari bidang tersebut. Dunia otomotif, baik mobil maupun motor selalu mengalami kemajuan, salah satunya adalah dalam sistem transmisi. Saat ini sistem transmisi *matic* atau yang lebih dikenal dengan CVT (*Continous Variable Transmission*) mulai banyak dikembangkan di Indonesia.

*Continuously Variable Transmission* adalah sistem transmisi otomatis yang tidak menggunakan roda gigi namun dengan memanfaatkan sistem *pulley and belt* dalam proses menyalurkan tenaga dari mesin. *Pulley* memiliki beberapa komponen utama yaitu *roller*, *v belt*, pegas CVT. Dalam fokus pembahasan kali ini objek yang dianalisa adalah *roller* CVT dari Honda Scoopy 110 cc. Terdapat beberapa varian massa berat dari *roller* CVT yang diindikasikan bahwa dengan massa berat yang sesuai, akan didapatkan performa mesin yang lebih baik. Fungsi *roller* pada sepeda motor *matic* adalah untuk memberikan tekanan keluar pada variator hingga dimungkinkan variator dapat membuka dan memberikan sebuah perubahan lingkaran diameter lebih besar terhadap *belt drive* sehingga motor dapat bergerak. Kinerja



variator ini sangat ditentukan oleh *roller*. Dikarenakan *roller* sangat berpengaruh terhadap perubahan variabel dari variator, tentu akan sangat berpengaruh terhadap performa motor *matic*. Maka dari itu perlu dilakukan analisa varian dari *roller* CVT Honda Scoopy 110 cc manakah yang memiliki performa mesin paling baik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan dan analisa kinerja traksi (Ft) kendaraan Honda Scoopy 110 cc terhadap kecepatan berdasarkan variasi *roller* CVT.
2. Bagaimana perbandingan dan analisa percepatan terhadap kecepatan kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan variasi *roller* CVT yang dianalisa dari segi CVT.
3. Bagaimana perbandingan dan analisa gaya dorong, percepatan dan kecepatan terhadap gaya hambat angin dan tanjakan yang mampu dilalui oleh kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan variasi *roller* CVT yang dianalisa dari segi CVT.
4. Bagaimana analisa kondisi spin terhadap kinerja kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan variasi *roller* CVT.
5. Bagaimana menentukan *roller* CVT yang cocok digunakan untuk berbagai kondisi jalan.

## 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Dengan mengacu pada perumusan masalah di atas, maka tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan dan menganalisa kinerja traksi (Ft) kendaraan Honda Scoopy 110 cc terhadap kecepatan berdasarkan variasi *roller* CVT.
2. Membandingkan dan menganalisa percepatan terhadap kecepatan kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan varian *roller* CVT yang dianalisa dari segi CVT.
3. Membandingkan dan menganalisa gaya dorong, percepatan dan kecepatan terhadap gaya hambat angin dan tanjakan yang mampu dilalui oleh kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan variasi *roller* CVT yang dianalisa dari segi CVT.
4. Menganalisa kondisi spin terhadap kinerja kendaraan Honda Scoopy 110 cc berdasarkan variasi *roller* CVT.
5. Menentukan *roller* CVT yang cocok digunakan untuk berbagai kondisi jalan.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir kali ini adalah :

1. Keausan *belt* diabaikan.
2. Kinerja mesin tidak dipengaruhi oleh lingkungan.
3. Bahan bakar yang digunakan adalah premium.
4. Kendaraan yang digunakan adalah Honda Scoopy 110 cc karbulator.
5. Massa *roller* standar 12 gram.
6. Jumlah *roller* 6 buah.
7. Massa pengemudi 52 kg.
8. Efisiensi transmisi = 90%.
9. Menggunakan varian *roller* : 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram karena pabrikan tidak



memproduksi massa *roller* yang menurunkan gaya dorong (dibawah massa *roller* standar).

10. Kondisi ban dalam keadaan bagus.
11. Komponen yang dianalisa dalam kondisi rigid.
12. Slip roda = 2 %.
13. Variasi sudut tanjak =  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ .
14. *Rolling resistance* ( $R_r$ ) diabaikan karena sudah diperhitungkan saat *dyno test*.

### 1.5 Manfaat Tugas Akhir

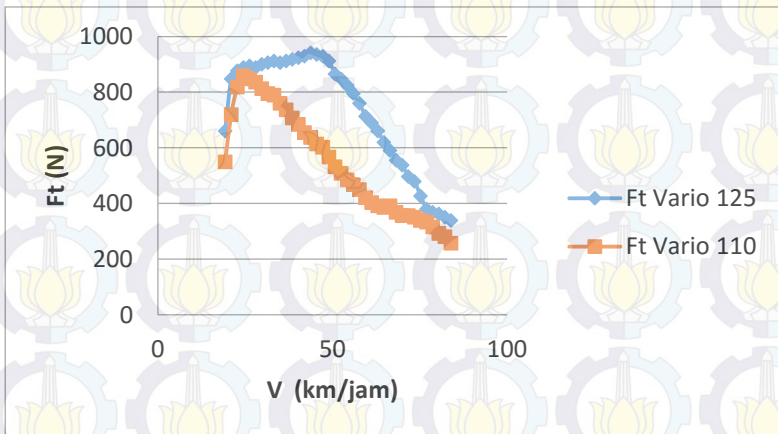
Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Mengetahui *roller* CVT mana yang sesuai dengan nilai  $F_t$  kendaraan Honda Scoopy 110 cc sebagai acuan perusahaan dalam mengembangkan produknya.
2. Mengetahui tingkat percepatan kendaraan sehingga masyarakat mengetahui *roller* CVT mana yang tepat digunakan di daerah menanjak maupun datar.
3. Mengetahui kecepatan maksimum yang dapat dilalui Honda Scoopy 110 cc sehingga menjadi pengetahuan untuk masyarakat dan perusahaan .
4. Sebagai saran bagi perusahaan pemilik kendaraan dalam menggunakan *roller* CVT yang tepat untuk kendaraan Honda Scoopy 110 cc.
5. Sebagai acuan dalam penelitian serta riset berikutnya.

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1 Penelitian Terdahulu

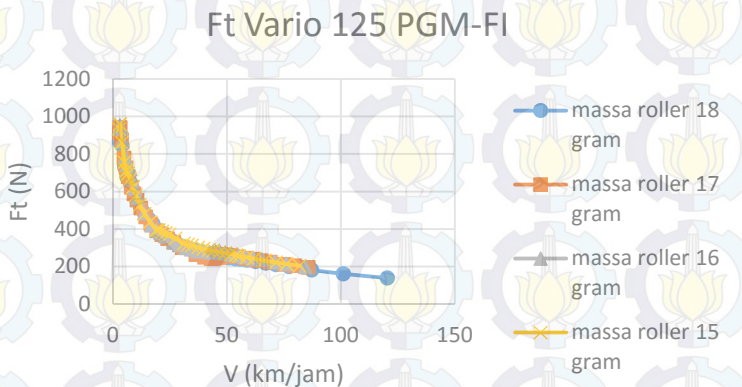
Penelitian pada gambar 2.1 merupakan perbandingan gaya dorong Honda Vario 125 PGM-FI dan Honda New Vario 110 FI. Dari hasil analisa yang telah dilakukan, sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) pada Honda Vario 125 PGM-FI lebih efektif daripada Honda New Vario 110 FI. Hal ini ditinjau dari gaya dorong atau kinerja traksi yang dihasilkan kendaraan, besar sudut maksimal yang mampu dilewati kendaraan, dan percepatan maksimal yang dihasilkan kendaraan. Akan tetapi pada penelitian ini tidak dijelaskan secara rinci pengaruh dari komponen-komponen yang terdapat pada CVT.



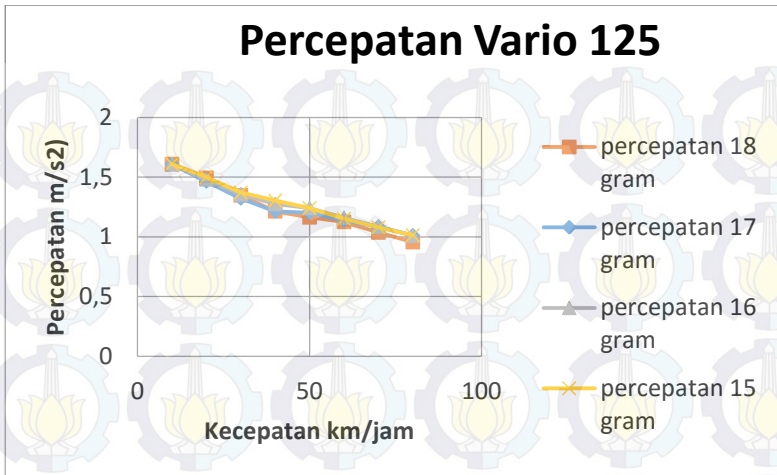
Gambar 2.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 PGM-FI dengan New Vario 110 FI [7]

Selanjutnya pada penelitian selanjutnya mempelajari tentang pengaruh variasi *roller driver face* pada sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) Honda

Vario 125 PGM-FI. Ada 4 macam *roller* yang digunakan. Keempat *roller* tersebut memiliki massa yang berbeda. Masing-masing massa yang digunakan yaitu *roller* 15 gram, 16 gram, 17 gram, dan 18 gram. Dengan pengujian *dynotest* dari penelitian ini didapatkan nilai kinerja traksi kendaraan Vario 125 PGM-FI lebih baik pada penggunaan massa *roller* 15 gram dibandingkan dengan 3 variasi lainnya. Akan tetapi pada perhitungan penelitian ini perubahan pergeseran *pulley driver* dan *driven* ( $\Delta x$ ) dianggap sama. Meskipun pada kenyataannya perubahan pergeseran *pulley driver* dan *driven* ( $\Delta x$ ) berbeda. Perbandingan gaya dorong akibat dari perubahan massa *roller* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.2. Sedangkan perbandingan percepatan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Vario 125 PGM-FI Roller 15 gram, 16 gram, 17 gram, dan 18 gram [8]



Gambar 2.3 Grafik Perbandingan Percepatan Vario 125 PGM-FI Roller 15 gram, 16 gram, 17 gram, dan 18 gram [8]

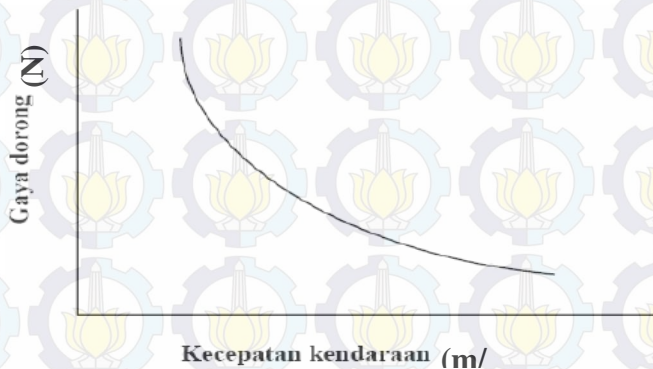
Dengan melihat penelitian yang telah dilakukan diatas, maka pada penelitian ini dilakukan pengembangan dengan melakukan pengujian dan analisa dengan menggunakan kendaraan baru yaitu Honda Scoopy 110 cc dan menggunakan alat *digital tachometer* untuk menentukan rasio transmisi agar lebih akurat dimana pada penelitian terdahulu rasio transmisi ditentukan dengan perubahan pergeseran *pulley driver* dan *driven* ( $\Delta x$ ) yang dianggap sama. Meskipun pada kenyataannya perubahan pergeseran *pulley driver* dan *driven* ( $\Delta x$ ) berbeda. Sehingga diharapkan dari penelitian ini diketahui pengaruh perubahan massa *roller* terhadap performa kendaraan Honda Scoopy 110 cc dilihat dari nilai gaya dorong dan percepatan terhadap berbagai variasi kecepatan dengan akurat. Serta didapatkan massa *roller* yang tepat pada kendaraan Honda Scoopy 110 cc.



## 2.2 Transmisi Kendaraan

Untuk menggerakkan kendaraan dibutuhkan gaya dorong yang cukup untuk melawan semua hambatan yang terjadi pada kendaraan. Gaya dorong dari suatu kendaraan terjadi pada roda penggerak kendaraan. Gaya dorong ini ditransformasikan dari torsi mesin kendaraan ke roda penggerak yang terdiri dari kopling, transmisi, gigi diferensial, dan poros penggerak.

Berdasarkan kebutuhan gerak dari kendaraan, maka dapat dikatakan bahwa pada kecepatan rendah diperlukan gaya dorong yang besar untuk dapat menghasilkan percepatan yang cukup besar atau untuk dapat menanjak tanjakan yang cukup terjal. Dengan kebutuhan seperti diuraikan di atas, secara ideal kebutuhan gaya dorong dapat ditunjukkan seperti gambar 2.4



Gambar 2.4 Gaya Dorong yang dibutuhkan Kendaraan [4]

Gaya dorong pada roda yang ditransmisikan dari torsi *engine* kendaraan dirumuskan dengan rumus 2.1. Gaya dorong dipengaruhi oleh nilai torsi *engine*, rasio transmisi, rasio gardan, efisiensi transmisi dan jari-jari roda. Dengan melihat karakteristik torsi yang dihasilkan oleh mesin maka dibutuhkan sistem



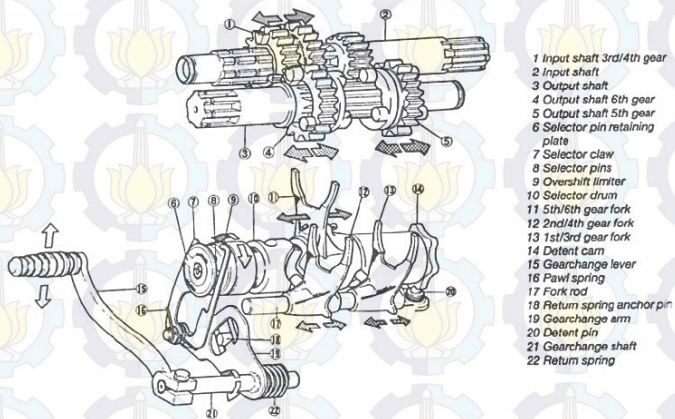
transmisi agar dapat mentransformasikan torsi untuk menjadi gaya dorong yang diperlukan oleh kendaraan.

$$Ft = \frac{Te \cdot it \cdot ig \cdot \eta t}{r} \quad (2.1)$$

## 2.2.1 Transmisi Manual

### 2.2.1.1 Pengertian Transmisi Manual

Transmisi manual adalah transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara langsung oleh pengemudi. Transmisi manual dan komponen-komponennya merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber tenaga (mesin) ke roda kendaraan. Pada gambar 2.5 dapat dilihat beberapa bagian dari transmisi manual.



Gambar 2.5 Konstruksi Transmisi Manual [1]

Komponen utama dari gigi transmisi pada sepeda motor terdiri dari susunan gigi-gigi yang berpasangan yang berbentuk

dan menghasilkan perbandingan gigi-gigi tersebut. Salah satu pasangan gigi tersebut berada pada poros utama (*main shaft/counter shaft*). Jumlah gigi kecepatan yang terpasang pada transmisi tergantung kepada model dan kegunaan sepeda motor yang bersangkutan. Proses perpindahan gigi dilakukan oleh pengemudi dengan cara menginjak atau menekan tuas perseneling dengan kaki.

#### **2.2.1.2 Cara Kerja Transmisi Manual**

Pada saat pedal atau tuas pemindah gigi ditekan poros pemindah gigi berputar. Bersamaan dengan itu lengan pemutar *shift drum* akan mengait dan mendorong *shift drum* hingga dapat berputar. Pada *shift drum* dipasang garpu pemilih gigi yang diberi pin (pasak). Pasak ini akan mengunci garpu pemilih pada bagian ulir cacing. Agar *shift drum* dapat berhenti berputar pada titik yang dikehendaki, maka pada bagian lainnya (dekat dengan pemutar *shift drum*), dipasang sebuah roda yang dilengkapi dengan pegas dan bintang penghenti putaran *shift drum*. Penghentian putaran *shift drum* ini berbeda untuk setiap jenis sepeda motor, tetapi prinsipnya sama.

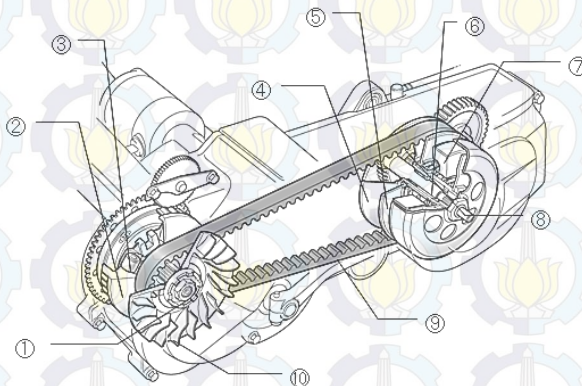
Garpu pemilih gigi dihubungkan dengan gigi geser (*sliding gear*). Gigi geser ini akan bergerak ke kanan atau ke kiri mengikuti gerak garpu pemilih gigi. Setiap pergerakannya berarti mengunci gigi kecepatan yang dikehendaki dengan bagian poros tempat gigi itu berada.

Gigi geser, baik yang berada pada poros utama (*main shaft*) maupun yang berada pada poros pembalik (*counter shaft/output shaft*), tidak dapat berputar bebas pada porosnya. Selain itu gigi kecepatan (1, 2, 3, 4, dan seterusnya), gigi-gigi ini dapat bebas berputar pada masing-masing porosnya. Jadi yang dimaksud gigi masuk adalah mengunci gigi kecepatan dengan poros tempat gigi itu berada, dan sebagai alat penguncinya adalah gigi geser.

## 2.2.2 Transmisi Otomatis

### 2.2.2.1 Pengertian Transmisi Otomatis

Transmisi otomatis adalah transmisi kendaraan yang pengoperasiannya dilakukan secara otomatis berdasarkan prinsip gaya sentrifugal dan gaya gesek yang terjadi pada komponen-komponennya. Transmisi otomatis umumnya digunakan pada sepeda motor jenis *scooter* (skuter). Transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) merupakan mekanisme transmisi yang terdapat dua buah *pulley* yang dihubungkan dengan sabuk (*v-belt*) untuk memperoleh rasio gigi yang bervariasi. Perubahan rasio berlangsung secara otomatis dengan cara mengubah diameter puli primer dan puli sekunder. Dengan sendirinya perubahan kecepatan dapat berlangsung secara halus dan berkesinambungan dengan putaran mesin. Pada gambar 2.6 dijelaskan konstruksi dan beberapa komponen dari CVT.



Gambar 2.6 Konstruksi CVT [3]

Dimana :

1. Crankshaft
2. Primary sliding sheave
3. Roller
4. Secondary fixed sheave
5. Secondary sliding sheave



6. *Primary drive gear shaft*

7. *Clutch housing*

8. *Clutch carrier*

9. *V-belt*

10. *Primary fixed sheave*

#### 2.2.2.2 Cara Kerja Transmisi Otomatis

Cara kerja transmisi otomatis adalah sebagai berikut:

- Pada Saat Putaran *Idle*

Putaran dari *crankshaft* akan diteruskan ke *primary pulley* kemudian ke *secondary pulley* melalui perantara *v-belt*. Karena putaran belum mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka hanya sampai di *clutch carrier*.

- Pada Saat Putaran Rendah

Putaran dari *crankshaft* akan diteruskan ke *primary pulley* kemudian ke *secondary pulley* melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke *clutch housing*, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda.

- Pada Saat Putaran Menengah

Putaran dari *crankshaft* akan diteruskan ke *primary pulley* kemudian ke *secondary pulley* melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke *clutch housing*, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda. Keadaan puli saat putaran menengah ini sedikit berbeda dengan pada saat putaran rendah.

- Pada Saat Putaran Tinggi

Putaran dari *crankshaft* akan diteruskan ke *primary pulley* kemudian ke *secondary pulley* melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke *clutch housing*, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final*



*gear* dan berakhir di roda. Pada saat putaran tinggi, lintasan *belt* di *primary pulley* sedikit lebih besar daripada *secondary pulley*.

- Pada Saat Putaran Beban

Putaran dari *crankshaft* akan diteruskan ke *primary pulley* kemudian ke *secondary pulley* melalui perantara *v-belt*. Karena putaran telah mampu mengembangkan kopling sentrifugal maka putaran akan diteruskan dari *clutch carrier* ke *clutch housing*, sehingga putaran dapat diteruskan ke *final gear* dan berakhir di roda. Karena pada saat putaran beban membutuhkan torsi yang besar maka lintasan *belt* di *primary pulley* lebih kecil daripada *secondary pulley*. Hal ini terjadi karena adanya *pin guide* dan *sliding sheave* untuk menjaga puli dalam kondisi seperti pada saat putaran rendah, sehingga torsi yang dihasilkan akan menjadi besar.

### 2.3 Karakteristik CVT

Pada gambar 2.7 merupakan kurva perbandingan rpm vs kecepatan kendaraan dengan transmisi manual dan CVT. Kendaraan dengan sistem transmisi otomatis atau *Continuously Variable Transmission* (CVT) memiliki kelebihan dan kekurangan jika dibandingkan dengan sistem transmisi manual. Berikut ini akan dijelaskan kelebihan dan kekurangan dari transmisi otomatis atau CVT.

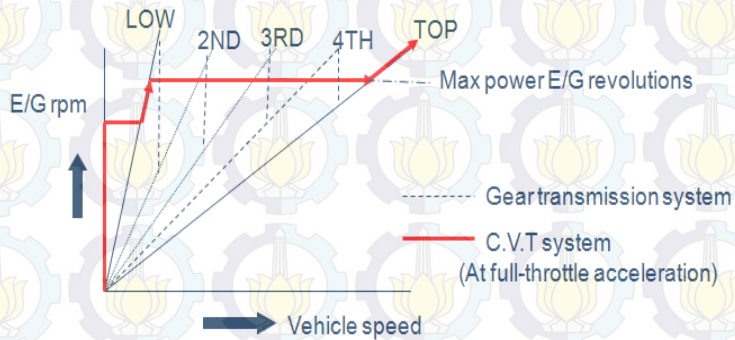
Kelebihan :

1. CVT memberikan perubahan torsi tanpa adanya hentakan
2. CVT memberikan kenyamanan lebih karena tidak perlu memindah gigi
3. CVT memiliki konstruksi yang lebih sederhana
4. Perawatan CVT tergolong lebih mudah
5. CVT memberikan perubahan kecepatan dengan lembut

Kekurangan :

1. Putaran awal membutuhkan putaran mesin yang tinggi untuk mengubah rasio dan roda agar dapat bergerak
2. Penggunaan bahan bakar tidak efisien

3. Komponen mesin relatif lebih cepat aus karena sering bekerja pada putaran tinggi
4. *Engine brake* sangat kecil sehingga penggunaan rem lebih dominan dan kemungkinan kampas rem lebih cepat aus
5. Saat melewati jalan menurun kendaraan relatif sulit dikendalikan karena *engine brake* kecil.



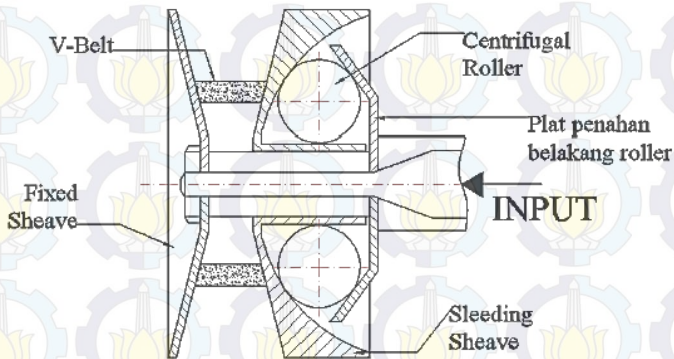
Gambar 2.7 Kurva Perbandingan RPM vs Kecepatan Kendaraan dengan Transmisi Manual dan CVT [3]

Pada transmisi manual terlihat percepatan kendaraan dimulai saat kecepatan putaran *engine* mulai dari awal. Pada transmisi otomatis berbeda dengan transmisi manual dimana percepatan kendaraan dimulai saat rpm tertentu. Pada transmisi manual terjadi perpindahan gigi sehingga saat putaran *engine* mulai tinggi terjadi penurunan rpm akibat perpindahan gigi. Terlihat pada gambar 2.7 kecepatan putaran *engine* selalu naik atau konstan karena tidak ada perpindahan gigi yang menyebabkan penurunan rpm.

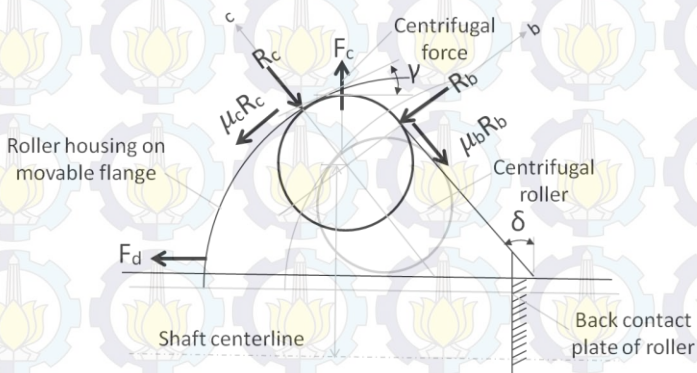
## 2.4 Analisa Gaya Pada Roller

*Roller* merupakan bagian dari *primary pulley* yang mendorong *sliding sheave* karena adanya gaya sentrifugal yang bekerja. Saat *roller* terlempar karena adanya gaya sentrifugal,  $v$ -

*belt* akan berubah posisi ke lintasan terluar puli primer. Semakin tinggi putaran mesin akan menghasilkan gaya sentrifugal yang besar maka *roller* juga akan semakin menekan *primary sliding sheave*. Pada gambar 2.8 terlihat konstruksi dari *roller* pada *primary pulley*. Pada gambar tersebut kondisi *pulley* saat tidak terjadi putaran *engine* sehingga *roller* belum menimbulkan gaya sentrifugal. Pada gambar 2.9 menjelaskan gaya-gaya yang terjadi pada *pulley* saat *roller* bekerja termasuk gaya gesek, gaya normal dan gaya sentrifugal yang terjadi.



Gambar 2.8 Konstruksi Roller pada *Primary Pulley* [3]



Gambar 2.9 Analisa Roller [2]

$$\Sigma F_c = 0$$

$$R_c - m_y \omega^2 \cdot \cos \delta = 0$$

$$R_c = m_y \omega^2 \cdot \cos \delta$$

$$\Sigma F_b = 0$$

$$R_b - m_y \omega^2 \cdot \sin \delta = 0$$

$$R_b = m_y \omega^2 \cdot \sin \delta$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_d + \mu_c \cdot R_c \cdot \cos \gamma - R_c \cdot \sin \delta - \mu_b \cdot R_b \cdot \sin \delta + R_b \cdot \cos \gamma = 0$$

$$F_d = R_c ( \sin \delta - \mu_c \cdot \cos \gamma ) + R_b ( \cos \gamma - \mu_b \cdot \sin \delta )$$

$$F_d = m_y \omega^2 [ \cos \delta ( \sin \delta - \mu_c \cdot \cos \gamma ) + \sin \delta ( \cos \gamma - \mu_b \cdot \sin \delta ) ]$$

$$F_d = m_y \omega^2 [ \cos \delta \cdot \sin \delta - \cos \delta \cdot \mu_c \cdot \cos \gamma + \sin \delta \cdot \cos \gamma - \sin \delta \cdot \mu_b \cdot \sin \delta ]$$

$$F_d = m_y \omega^2 [ \cos \delta \cdot \sin \delta ( 1 - \mu_c ) + \sin \delta ( \cos \gamma - \mu_b \cdot \sin \delta ) ]$$

Dimana :

$F_d$  = gaya axial pada *sleding sheave driver* puli yang disebabkan oleh *roller* sentrifugal (N)

$\mu_b$  = koefisien gesek antara *roller* dan plat penahan belakang *roller*

$\mu_c$  = koefisien gesek antara *roller* dengan rumah *roller* sentrifugal

$m$  = total massa dari *roller* sentrifugal (kg)

$\delta$  = sudut yang terbentuk antara plat penahan belakang *roller* sentrifugal dengan garis sumbu poros ( $^\circ$ )

$\gamma$  = sudut yang terbentuk antara garis axial dan titik singgung antara *roller* sentrifugal dan rumahnya ( $^\circ$ )

$\omega$  = kecepatan sudut masukan (rad / s)

$R_c$  = gaya normal oleh rumah *roller* sentrifugal (N)

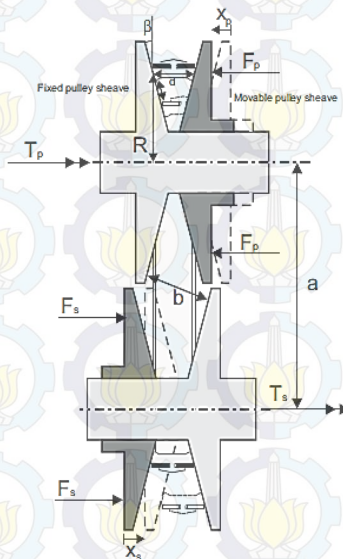
$R_b$  = gaya normal oleh plat penahan *roller* sentrifugal (N)

## 2.5 Analisa Gaya Pada Komponen CVT

Pada gambar 2.10 terlihat gaya-gaya yang bekerja pada *pulley* primer dan *pulley* sekunder. Gaya tekan dari *roller* ( $F_p$ )



terjadi akibat gaya sentrifugal akibat putaran *engine*. Gaya tekan tersebut menimbulkan *roller* menekan rumah *pulley* primer sehingga diameter *v-belt* pada *pulley* primer melebar. Setelah diameter *v-belt* pada *pulley* primer melebar, maka *v-belt* akan mengakibatkan *pulley* sekunder merenggang. Saat *pulley* sekunder merenggang akan ditahan oleh gaya tekan akibat pegas ( $F_p$ ). Kondisi ini akan menyebabkan perubahan rasio transmisi secara otomatis.



Gambar 2.10 Gaya - gaya yang Bekerja Pada Pulley [11]

dimana :

$T_p$  : Torsi *input* pada *primary pulley*

$T_s$  : Torsi *output* dari *secondary pulley*

$F_p$  : Gaya tekan oleh *roller* pada *primary pulley*

$F_s$  : Gaya tekan oleh *pegas* pada *secondary pulley*

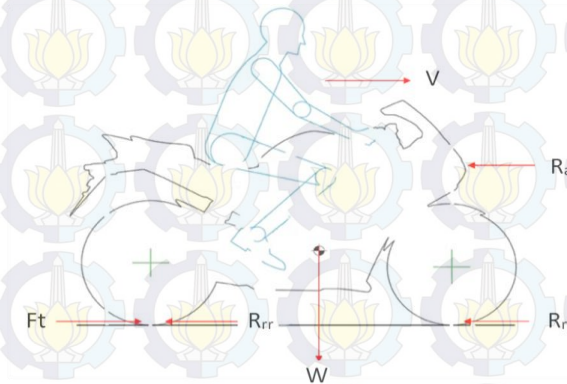
$x_p$  : Perpindahan *primary pulley*

$x_s$  : Perpindahan *secondary pulley*

- $d$  : Lebar belt  
 $\beta$  : Sudut *groove pulley*  
 $a$  : Jarak antar pusat *pulley*  
 $b$  : Jarak antar *pulley* statis

## 2.6 Gaya Dorong Kendaraan

Gaya dorong kendaraan didefinisikan sebagai kemampuan kendaraan untuk dipercepat, dan mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, diantaranya hambatan *rolling* ban (*rolling resistance*), hambatan aerodinamis, dan hambatan tanjakan. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan dan pemilihan tingkat serta rasio transmisi. Gaya-gaya tersebut secara *free body diagram* akan dijelaskan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 FBD Gaya Dorong, Kecepatan, Percepatan dan Gaya Hambat [12]

$$F_t = \frac{T_e \cdot i_t \cdot i_g \cdot \eta_t}{r} \quad (2.2)$$

$$i_t = \frac{n_e}{n_{tr}} \quad (2.3)$$

Dari karakteristik torsi mesin ( $T_e$ ), terlihat bahwa torsi sebagai fungsi dari putaran mesin. Putaran dari mesin menentukan kecepatan dari kendaraan. Sehingga, karakteristik torsi mesin sebagai fungsi dari kecepatan kendaraan. Adapun hubungan kecepatan dan putaran mesin dapat dirumuskan pada persamaan 2.4.

$$V = \frac{ne . 2\pi . r}{it . ig . 60} (1 - S) \quad (2.4)$$

Semakin mudah kendaraan dipercepat pada setiap kecepatan maka semakin bagus gaya dorong kendaraan tersebut. Kendaraan yang mudah dipercepat akan sangat mudah mendahului kendaraan lainnya. Besarnya percepatan tergantung pada besarnya gaya dorong kendaraan ( $F_t$ ), hambatan aerodinamis ( $R_a$ ), dan hambatan *rolling* ( $R_r$ ). Besarnya percepatan kendaraan pada jalan datar dirumuskan pada persamaan 2.5.

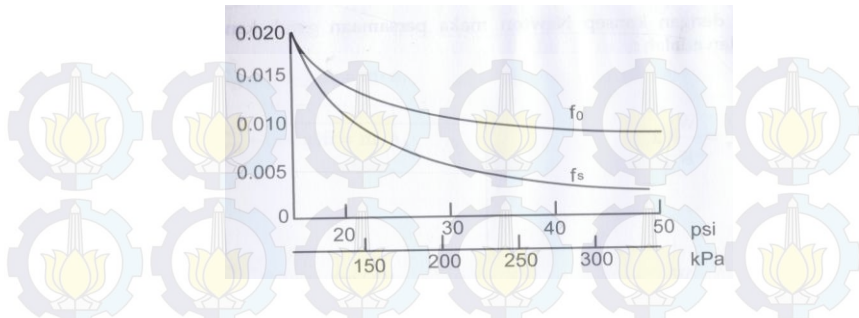
$$a = \frac{F_t - R_a - R_r}{M} \quad (2.5)$$

## 2.7 Rolling Resistance

*Rolling resistance* adalah gaya hambat pada ban akibat defleksi arah vertikal pada saat berputar. Faktor ini juga sangat mempengaruhi performa kendaraan saat bergerak. Jika gesekan antara permukaan ban dan jalan semakin kecil maka hal ini juga mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien *rolling resistance*, massa kendaraan, dan percepatan gravitasi. Secara matematis dapat dirumuskan dengan persamaan 2.6 dan 2.7. Pada gambar 2.12 merupakan pengaruh tekanan ban terhadap koefisien rolling.

$$R_r = f_r . m . g \quad (2.6)$$

$$f_r = f_0 + f_s \left( \frac{V}{100} \right)^{2.5} \quad (2.7)$$



Gambar 2.12 Pengaruh Tekanan Ban pada  $f_s$  dan  $f_0$  [4]

Koefisien *rolling resistance* juga dipengaruhi oleh koefisien yang tergantung pada tekanan ban kendaraan. Pada gambar 2.12 terlihat bahwa semakin besar tekanan ban maka nilai koefisien  $f_0$  dan  $f_s$  akan semakin mengecil. Hal ini membuktikan bahwa semakin tinggi tekanan ban, maka semakin kecil gaya hambat rolling yang terjadi.

## 2.8 Aerodynamic Resistance

*Aerodynamic Resistance* adalah gaya hambat yang terjadi berlawanan arah dengan kendaraan secara horizontal pada kecepatan tertentu. Bentuk *body* kendaraan juga berperan penting dalam terjadinya gaya hambat udara. Sehingga hal ini juga dapat mempengaruhi performa kendaraan. Nilai gaya hambat ini dipengaruhi oleh koefisien *drag*, densitas udara, kecepatan kendaraan, dan luas frontal kendaraan yang secara matematis dapat dilihat pada persamaan 2.8.

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f \quad (2.8)$$

Pada tabel 2.1 merupakan nilai koefisien hambat *aerodynamic* untuk berbagai macam kendaraan. Terlihat pada kendaraan seperti bus, truck dan tractor memiliki nilai koefisien hambat yang bernilai tinggi diakibatkan luas permukaan pada kendaraan tersebut lebih besar daripada kendaraan yang lain



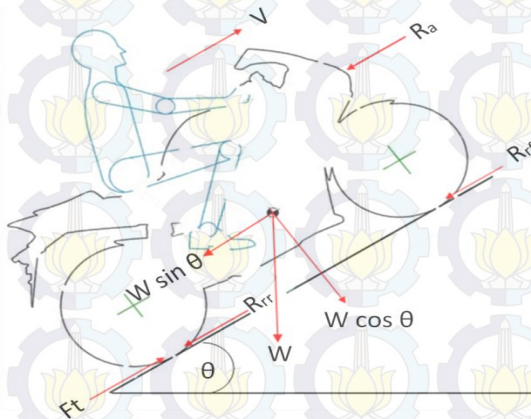
seperti kendaraan balap. Bentuk *body* kendaraan juga berpengaruh pada nilai koefisien hambatan.

Tabel 2.1 Koefisien *Aerodynamic Resistance* untuk Kendaraan [4]

Jenis Kendaraan	Koefisien Hambat
Kendaraan penumpang	0,3 - 0,6
Kendaraan convertible	0,4 - 0,65
Kendaraan balap	0,25 - 0,3
Bus	0,6 - 0,7
Truck	0,8 - 1,0
Tractor - trailer	0,8 - 1,3

## 2.9 *Grade Resistance*

Gaya hambatan akibat sudut tanjak adalah gaya hambatan yang terjadi karena adanya sudut pada lintasan kendaraan sehingga terjadi perubahan gaya pada kendaraan. Perubahan sudut lintasan ini menyebabkan *rolling resistance* berubah maupun berat kendaraan. Perubahan gaya – gaya tersebut dapat dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13 Diagram Bodi Bebas Kendaraan Saat Menanjak [12]

$$F_t = R_r + R_a + W \sin \theta_{\max} \quad (2.9)$$

$$R_r = f_r \cdot W \cos \theta_{\max} \quad (2.10)$$

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f \quad (2.11)$$

$$F_t = \frac{M e \max . i t . i g . \eta t}{r} \quad (2.12)$$

$$R_r + W \sin \theta_{\max} = F_t - R_a \quad (2.13)$$

$$(f_r \cos \theta_{\max} + \sin \theta_{\max}) = \frac{2 \cdot i t . i g . M e . \eta t - r \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f}{2 \cdot W \cdot r} \quad (2.14)$$

## 2.10 Spin

Spin merupakan kondisi dimana nilai gaya dorong melebihi nilai koefisien gesek dikalikan gaya normalnya. Pada saat kondisi ini roda kendaraan akan berputar dan bergesekan dengan jalan, namun banyak terjadi *losses* pada percepatan. Secara matematis dapat ditulis dengan  $F_t > \mu \cdot N$ . Pada saat kondisi jalan tidak menanjak atau jalan datar nilai gaya normal merupakan nilai berat atau  $N = W$ . Berikut tabel 2.2 menjelaskan nilai koefisien gesek ban pada bermacam jenis jalan.

Tabel 2.2 Koefisien Gesek Ban Pada Bermacam Jenis Jalan [4]

Permukaan Jalan	Koefisien Gesek Tertinggi ( $\mu$ )
Aspal dan beton (kering)	0,8 – 0,9
Aspal (basah)	0,5 – 0,7
Beton (basah)	0,8
Gravel	0,6
Jalan tanah (kering)	0,68
Jalan tanah (basah)	0,55
<i>Snow</i>	0,2
<i>Ice</i>	0,1

### 2.11 Spesifikasi Honda Scoopy 110 cc

Berikut ini adalah spesifikasi dari Honda Scoopy 110 cc. Spesifikasi pada tabel 2.3 merupakan data dari produsen kendaraan Honda Scoopy 110 cc. Spesifikasi ini khusus untuk Honda Scoopy 110 cc karbulator.

Tabel 2.3 Spesifikasi Honda Scoopy 110 cc [10]

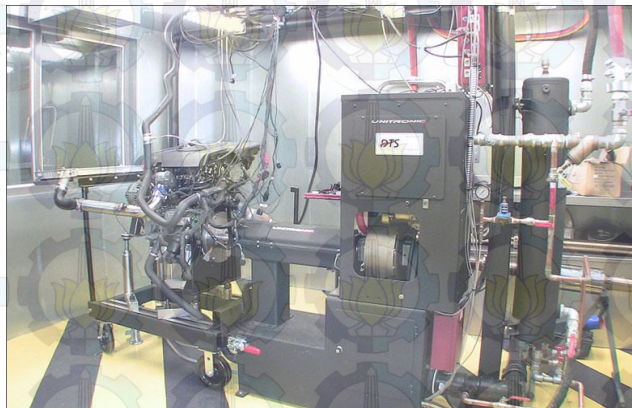
Kopling	Otomatis
Transmisi	Otomatis, V-Matic
Perbandingan Drive Belt	2,52 : 1 – 0,82 : 1
Rasio <i>Final Drive</i>	10,625 : 1
Panjang x lebar x tinggi	1844 x 699 x 1070 mm
Jarak sumbu roda	1240 mm
Jarak terendah ke tanah	150 mm
Berat kosong	94 kg
Tipe rangka	Tulang punggung
Tipe suspensi depan	<i>Teleskopik</i>
Tipe suspensi belakang	<i>Shockbreaker Tunggal</i>
Ukuran ban depan	80/90 - 14 M/C 40P
Ukuran ban belakang	90/90 - 14 M/C 46P
Rem Depan	Cakram hidrolik + piston tunggal
Rem Belakang	Tromol
Kapasitas tangki bahan bakar	3,5 liter
Kapasitas minyak pelumas mesin	0,7 liter
Tipe mesin	4 langkah, SOHC
Sistem pendingin	Pendinginan udara dengan kipas
Diameter x langkah	50 x 55 mm
Volume langkah	108 cc
Perbandingan kompresi	9,2 : 1
Daya maksimum	6,09 kW (8.28 PS) / 8000 rpm
Torsi maksimum	8,32 N.m. 0.85 kgf.m / 5500 rpm
Starter	<i>Electric starter &amp; kick starter</i>
Lampu depan	12 V 32 W x 1
Lampu senja	12 V 5 W x 1

Tabel 2.3 Spesifikasi Honda Scoopy 110 cc Lanjutan [10]

Aki	12 V - 3 A.h
Busi	ND U24EPR9, NGK CPR8EA-9
Sistem pengapian	DC - CDI, <i>Battery</i>
Karburator	VK22 x 1

### 2.12 *Dyno Test*

Dinamometer atau *dyno test* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur putaran mesin/RPM dan torsi dimana tenaga/daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar dapat dihitung. Dinamometer dapat dibagi dalam dua jenis yang pertama adalah yang memalang langsung terhadap mesin yang dikenal dengan nama Dinamometer Mesin- *engine dyno*. Dinamometer Mesin atau *engine dyno* digunakan untuk mengetahui besar jumlah tenaga atau daya yang dikeluarkan oleh suatu mesin. Dalam prakteknya, dinamometer mesin mengukur tenaga sebenarnya dari mesin kendaraan bermotor. Berikut gambar 2.14 merupakan Dinamometer Mesin- *engine dyno*.

Gambar 2.14 Dinamometer Mesin- *Engine Dyno* [3]



Kedua adalah sebuah *dyno* yang dapat mengukur daya dan torsi tanpa memindahkan mesin kendaraan dari rangka kendaraan yang dikenal sebagai sebuah Dinamometer rangka – *chassis dyno*. Dinamometer rangka adalah suatu alat uji otomotif yang digunakan untuk mengukur daya sebenarnya yang diberikan motor kepada roda-roda penggerak. Dalam tugas akhir ini akan digunakan *dyno test* dengan jenis dinamometer rangka / *chassis dyno* dimana mesin tidak dipisahkan oleh *chassis* sepeda motor. Berikut gambar 2.15 yang merupakan *dyno test* honda scoopy 110 cc pada *chassis dyno* di banyuwangi motor :



Gambar 2.15 *Dyno Test* Honda Scoopy 110 cc pada *Chassis Dyno*



## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan studi literatur, yaitu merumuskan permasalahan yang terjadi dan

mengkaji permasalahan tersebut. Kajian bisa dilakukan melalui buku, jurnal, dan penelitian-penelitian terdahulu. Tahap kedua adalah penentuan jenis kendaraan dan spesifikasi kendaraan yang akan dijadikan obyek penelitian. Tahap ketiga yaitu setelah diperoleh data kendaraan melalui pengujian, maka akan dilakukan analisa pengaruh dari keempat macam roller *continuously variable transmission* (CVT) beserta pengaruh sudut  $\theta$  terhadap gaya dorong dan kondisi spin pada beberapa kondisi jalan terhadap performa kendaraan.

### 3.2 Peralatan yang Digunakan

Dalam tugas akhir ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

1. Alat *dynotest* dan perlengkapannya

Alat *dynotest* ini digunakan untuk mengukur torsi roda dan putaran *engine* berupa grafik yang disimpan dalam komputer. Pada saat melakukan *dynotest*, torsi roda kendaraan memutar *roller* pada alat *dyno* yang akan direkam oleh komputer dan putaran *engine* direkam oleh komputer melalui kabel merah yang disambungkan ke kabel busi. Data – data yang terekam pada komputer akan diolah oleh *software sport devices*. Berikut pada gambar 3.2 merupakan alat dan perlengkapan *dynotest* di banyuwangi motor.



Gambar 3.2 Alat *Dynotest* dan Perlengkapannya



## 2. Sepeda motor scoopy 110 cc karbulator

Kendaraan yang digunakan pada tugas akhir ini adalah motor honda scoopy 110 cc karbulator keluaran tahun 2012 edisi pertama. Kendaraan ini menggunakan transmisi otomatis (CVT) pada sistem transmisi daya dari *engine* ke roda. Pada tugas akhir ini kondisi kendaraan motor honda scoopy yang digunakan tergolong baru karena pemakaian kendaraan ini sangat jarang digunakan oleh pemilik kendaraan. Berikut pada gambar 3.3 merupakan gambar honda scoopy yang digunakan.



Gambar 3.3 Motor Scoopy 110 cc Karbulator

## 3. Roller CVT

Pada gambar 3.4 dimulai dari sebelah kiri menggunakan varian *roller* 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram (standar). *Roller* 7 gram memiliki diameter luar sebesar 16 mm, diameter dalam sebesar 9,7 mm dan tinggi 13 mm. *Roller* 10 gram memiliki diameter luar sebesar 16 mm, diameter dalam sebesar 6,1 mm dan tinggi 13 mm. *Roller* 11 gram memiliki diameter luar sebesar 16 mm, diameter dalam sebesar 4,8 mm dan tinggi 13 mm. *Roller* 12 gram memiliki diameter luar sebesar 16 mm, diameter dalam sebesar 3,2 mm dan tinggi 13 mm.



Gambar 3.4 Roller CVT

#### 4. *Digital Tachometer*

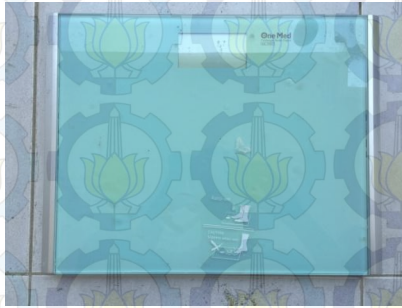
Alat ini berfungsi sebagai pendeteksi kecepatan suatu benda yang berputar dalam satuan kecepatan (rpm). Cara kerja alat ini yaitu dengan cara benda yang akan diuji harus diberi stiker yang fungsinya sebagai pemantul dari cahaya *digital tachometer*. *Digital tachometer* akan menangkap pantulan cahaya tersebut ketika benda sudah berputar dan akan mengkonversi kedalam satuan kecepatan (rpm). Dalam gambar 3.5 ini *digital tachometer* digunakan sebagai pendeteksi kecepatan putaran *pulley* primer dan rumah kopling *pulley* sekunder.



Gambar 3.5 *Digital Tachometer* [6]

### 5. Timbangan *Digital*

Pada gambar 3.6, timbangan *digital* digunakan sebagai penimbang berat penumpang. Timbangan *digital* ini akan memberikan hasil berupa berat dalam satuan kilogram (kg). Alat ini hanya dapat mengukur sampai satu angka dibelakang koma, contoh : 51,2 kg.



Gambar 3.6 Timbangan *Digital*

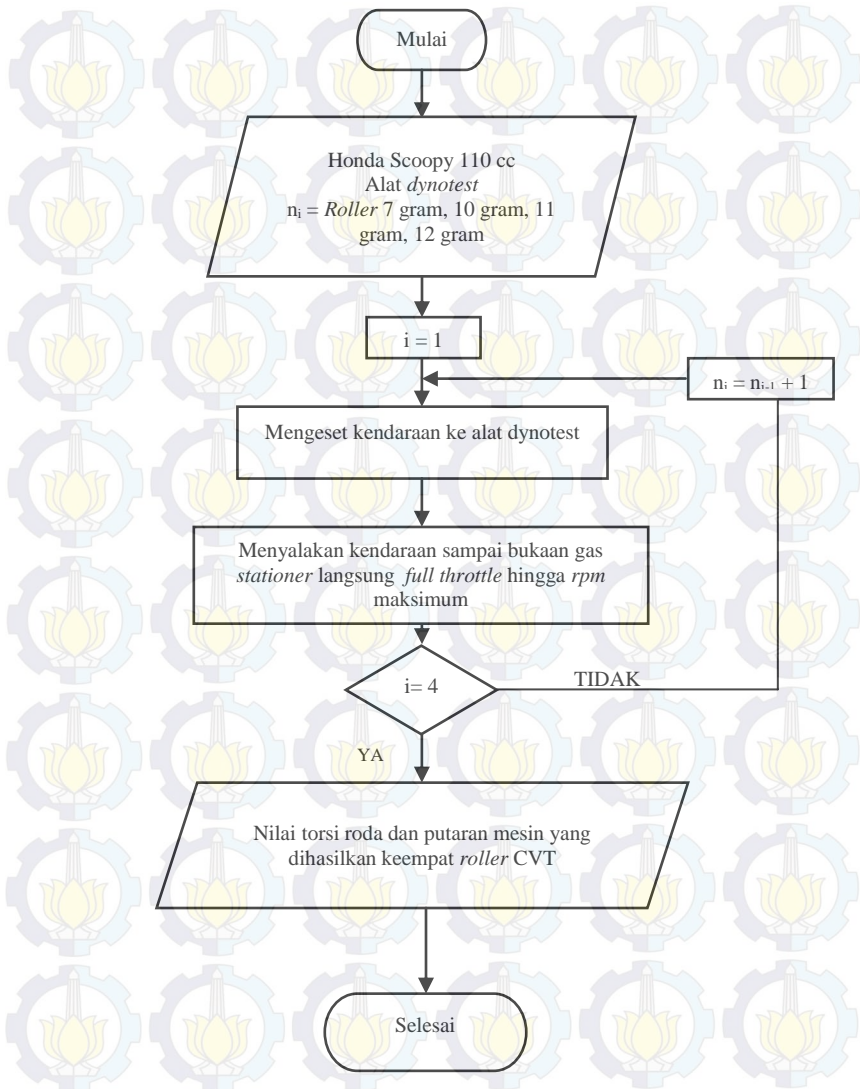
### 6. Jangka sorong

Alat ini digunakan sebagai pengukur panjang dengan ketelitian yang cukup baik. Pada tugas akhir ini, jangka sorong digunakan sebagai alat pengukur dimensi *roller*. Dimesi yang diukur berupa diameter luar *roller*, diameter dalam *roller* dan tinggi *roller*. Berikut gambar 3.7 adalah jangka sorong yang digunakan pada tugas akhir ini.



Gambar 3.7 Jangka Sorong [7]

### 3.3 Prosedur Pengujian Kendaraan



Gambar 3.8 Flowchart Pengujian Kendaraan



Berikut tahapan pengujian antara lain :

1. Menyiapkan kendaraan, alat *dyno*, *roller* serta *tools* yang dibutuhkan.
2. Mengeset kendaraan ke alat *dyno* seperti mengeset ban depan dengan tali dan mengatur sumbu ban belakang agar segaris dengan sumbu putar alat *dyno*.
3. Menyalakan kendaraan sampai bukaan gas *stationer* langsung *full throttle* hingga *rpm* maksimum.
4. Mengulangi langkah 3 dengan mengganti variasi *roller CVT* yang lain (7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram).
5. Data torsi dan putaran mesin yang dihasilkan keempat *roller CVT* dapat dilihat pada layar alat *dynotest*.

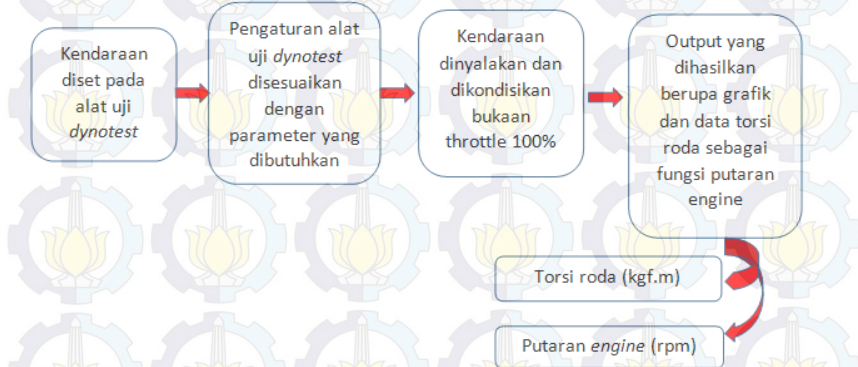
### 3.4 Skema Pengujian Percobaan

*Set up* kendaraan ini digunakan untuk setiap variasi dari *roller CVT* yang dapat dilihat dari gambar 3.9 dimana pengujian dilakukan langsung pada roda. Proses pengujian *dynotest* ini dengan menahan ban depan serta sisi kanan dan kiri dari kendaraan sebagai sistem keamanan pengujian. Kondisi ban diharapkan dalam keadaan masih bagus dan tekanan ban standar.



Gambar 3.9 *Set Up* Kendaraan Pada Alat *Dynotest*

Diharapkan tidak terjadi slip antara roda dengan *roller* alat uji *dynotest*. Pada pengujian ini nilai yang diukur adalah torsi roda ( $T_p$ ) dalam satuan kgf.m dan putaran *engine* ( $n_e$ ) dalam satuan rpm.



Gambar 3.10 Skema Percobaan Pengukuran Torsi Roda dan Putaran *Engine* Kendaraan

Skema percobaan pengukuran torsi roda dan putaran *engine* kendaraan bisa dilihat pada gambar 3.10. Awalnya kendaraan diset pada alat pengujian *dynotest*, kemudian diikat dengan tali pengaman yang sudah menjadi standar operasional prosedur. Selanjutnya melakukan *set up* alat uji dengan menentukan parameter - parameter yang akan ditampilkan dalam grafik dan data hasil *dynotest*. Kemudian kendaraan dinyalakan dan *throttle* dibuka 100% hingga kendaraan telah mencapai limiter dan hasil *dynotest* yang didapat adalah torsi roda ( $T_p$ ) sebagai fungsi dari putaran *engine* ( $n_e$ ).

Setelah didapatkan grafik hasil *dynotest*, maka langkah selanjutnya adalah mengukur kecepatan putaran transmisi ( $n_{tr}$ ) dengan alat *digital tachometer*. *Digital tachometer* merupakan

alat pendeteksi kecepatan suatu benda yang berputar dalam satuan kecepatan putaran (rpm).

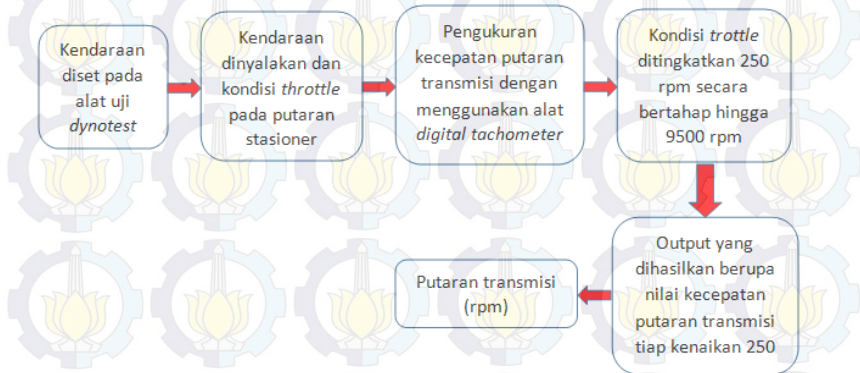


Gambar 3.11 Skema Percobaan Pengukuran Kecepatan Putaran Transmisi Kendaraan

Pada saat pengukuran kecepatan putaran transmisi (ntr) dilakukan mulai dari putaran *engine* (ne) bernilai 1500 rpm hingga 9500 rpm secara bertahap. Peningkatan tersebut bernilai 250 rpm setiap tahap pengukuran. Pada tahap ini sering terjadi fluktuasi pada putaran *engine*, sehingga terjadi sedikit *error* pada pengukuran kecepatan putaran transmisi. Pengambilan hasil kecepatan putaran transmisi (ntr) dilakukan secara rata-rata dari beberapa percobaan yang telah dilakukan.

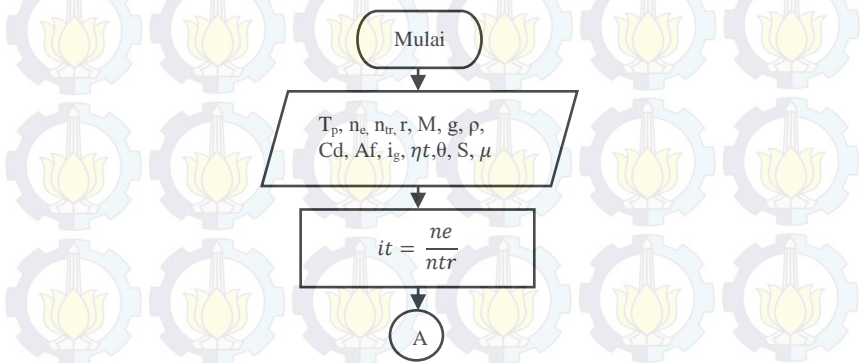
Skema percobaan pengukuran kecepatan putaran transmisi (ntr) kendaraan bisa dilihat pada gambar 3.12. Awalnya kendaraan diset pada alat pengujian *dynotest*, kemudian diikat dengan tali pengaman yang sudah menjadi standar operasional prosedur. Selanjutnya melakukan *set up* alat uji. Kemudian

kendaraan dinyalakan dan *throttle* dibuka pada kondisi stasioner. Kemudian dilakukan pengukuran kecepatan putaran transmisi (*ntr*) setiap kenaikan 250 rpm dari kecepatan putaran *engine* (*ne*) dan hasil pengukuran yang didapatkan adalah nilai kecepatan putaran transmisi (*ntr*) sebagai fungsi dari kecepatan putaran *engine* (*ne*).



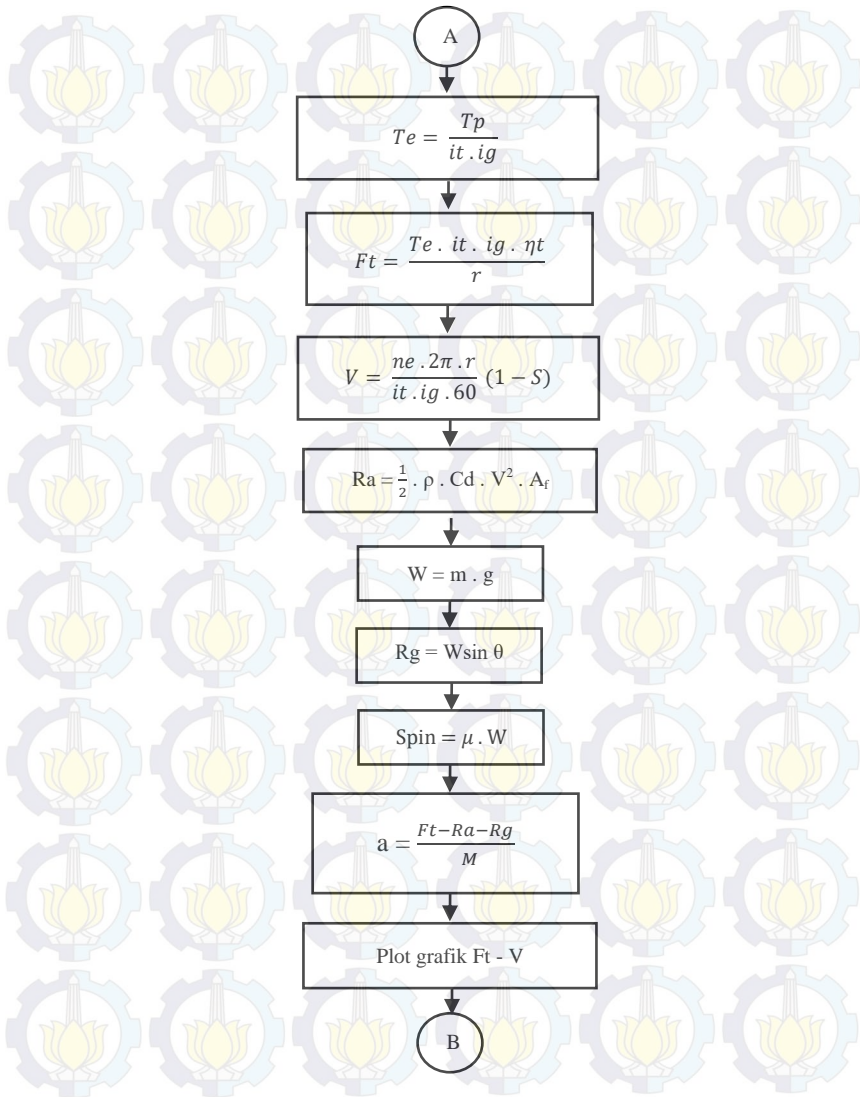
Gambar 3.12 Skema Percobaan Pengukuran Kecepatan Putaran Transmisi Kendaraan

### 3.5 Prosedur Perhitungan

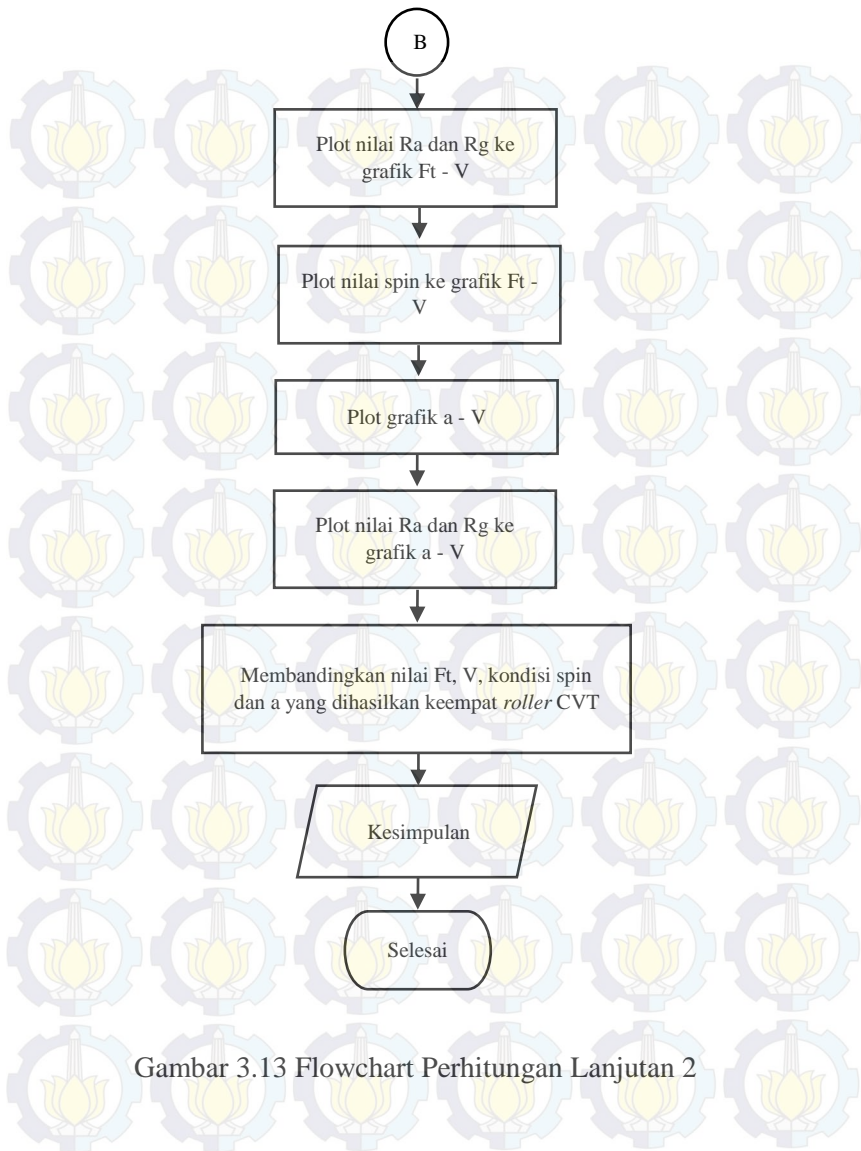


Gambar 3.13 Flowchart Perhitungan





Gambar 3.13 Flowchart Perhitungan Lanjutan 1



Gambar 3.13 Flowchart Perhitungan Lanjutan 2

Adapun tahap-tahap perhitungan antara lain:

1. Mengumpulkan data hasil *dynotest* yaitu torsi roda dan putaran engine ( $n_e$ )
2. Mengumpulkan data  $n_{tr}$  dari hasil percobaan menggunakan *tachometer digital*
3. Menghitung gaya dorong kendaraan  $F_t = \frac{T_e \cdot i_t \cdot i_g \cdot \eta_t}{r}$
4. Menghitung kecepatan kendaraan  $V = \frac{n_e \cdot 2\pi \cdot r}{i_t \cdot i_g \cdot 60} (1 - S)$
5. Menghitung gaya hambat akibat angin  $R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot V^2 \cdot A_f$
6. Menghitung  $R_g$  (*rolling grade*) =  $W \sin \theta$  ( $\theta = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ$ )
7. Menghitung Kondisi Spin pada jalan aspal kering ( $\mu = 0,8$ ), aspal basah ( $\mu = 0,5$ ), *snow* ( $\mu = 0,2$ ) dan *ice* ( $\mu = 0,1$ )
8. Menghitung percepatan kendaraan  $a = \frac{F_t - R_a}{m}$
9. Melakukan plot grafik  $F_t - V$
10. Melakukan plot nilai  $R_a$  dan  $R_g$  ke grafik  $F_t - V$
11. Melakukan plot nilai spin ke grafik  $F_t - V$
12. Melakukan plot grafik  $a - V$
13. Melakukan plot nilai  $R_a$  dan  $R_g$  ke grafik  $a - V$
14. Membandingkan nilai gaya dorong ( $F_t$ ), kecepatan ( $V$ ), dan percepatan ( $a$ ) kendaraan terhadap gaya hambat angin dan tanjakan yang dihasilkan keempat *roller CVT*
15. Melakukan analisa dan menarik kesimpulan.





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Pengujian

#### 4.1.1 Data Hasil Spesifikasi *Roller*

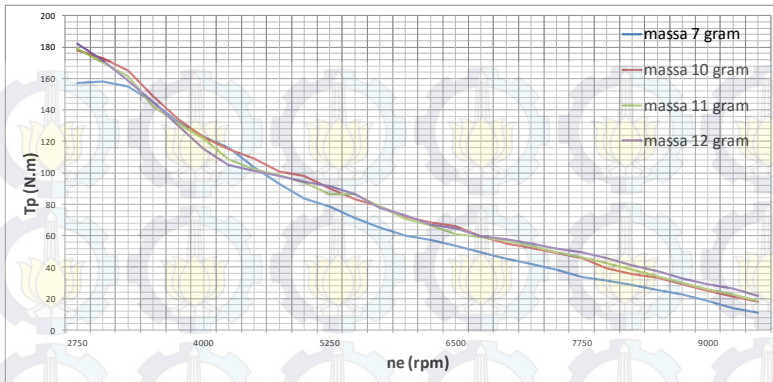
Pada tabel 4.1 merupakan data hasil spesifikasi *roller* yang telah dilakukan. Dari data hasil pengukuran tersebut terlihat perbedaan massa dan diameter dalam dari masing – masing *roller*. Semakin bertambahnya massa *roller* maka diameter dalam akan semakin mengecil. Pada tabel 4.1 terlihat tinggi dan diameter luar memiliki dimensi yang sama pada setiap variasi massa.

Tabel 4.1 Data Hasil Spesifikasi *Roller*

Massa (gram)	Tinggi (mm)	Diameter Luar (mm)	Diameter Dalam (mm)
7	13	16	0,97
10	13	16	0,61
11	13	16	0,48
12	13	16	0,35

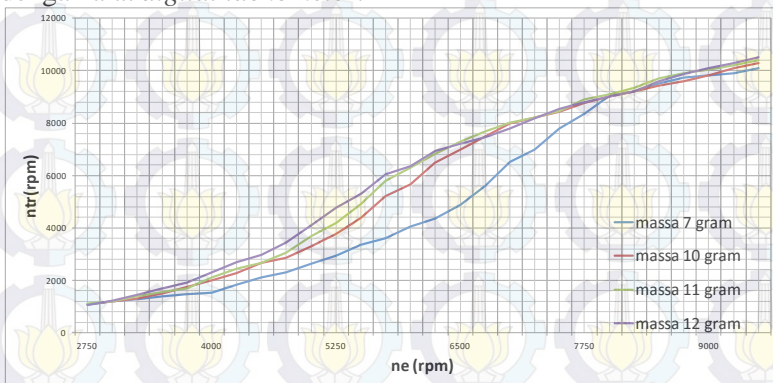
#### 4.1.2 Data Hasil Pengujian *Dyno Test* dan *Digital Tachometer*

Berikut ini adalah data hasil pengujian kendaraan (*dynotest*) yang telah dilakukan di bengkel Banyuwangi Motor Surabaya. Pada gambar 4.1, kecepatan putaran *engine* (*ne*) dan torsi roda (*Tp*) merupakan hasil dari mesin *dyno*. Gambar 4.2, putaran transmisi (*ntr*) diperoleh dari pengujian menggunakan alat *tachometer digital* yang dapat menghitung kecepatan *secondary pulley* dalam satuan rpm.



Gambar 4.1 Data Hasil Pengujian *Dyno Test*

Pada gambar 4.1 didapatkan nilai torsi poros yang berbeda-beda. Saat pengujian dilakukan beberapa kali pengambilan data setiap macam *roller*. Data hasil pengujian tersebut merupakan rata-rata dari beberapa kali pengambilan data setiap macam *roller*. Terlihat pada gambar 4.1 massa *roller* 12 gram memiliki nilai rata-rata torsi poros yang paling baik daripada massa *roller* yang lain. Nilai detail angka dari gambar 4.1 dapat dilihat pada lampiran. Berikut gambar 4.2 yang merupakan hasil pengujian dengan alat *digital tachometer*.



Gambar 4.2 Data Hasil Pengujian *Digital Tachometer*

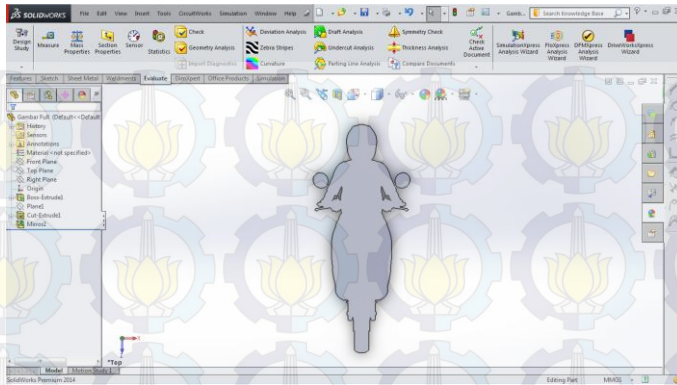
Terlihat pada gambar 4.2 massa *roller* 12 gram memiliki nilai rata-rata putaran transmisi yang paling baik daripada massa *roller* yang lain. Pada gambar 4.2 didapatkan nilai putaran transmisi yang berbeda-beda. Saat pengujian dilakukan beberapa kali pengambilan data setiap macam *roller*. Data hasil pengujian tersebut merupakan rata-rata dari beberapa kali pengambilan data setiap macam *roller*.

#### 4.1.3 Data Hasil Pengukuran Luas Frontal

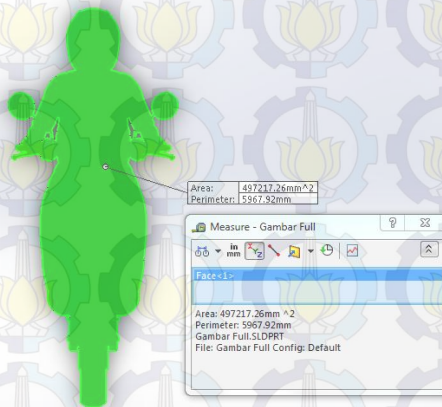
Berikut ini adalah data hasil pengukuran luas frontal kendaraan beserta pengendara. Pada gambar 4.3 disimulasikan saat kendaraan berhenti. Kondisi pengendara kendaraan juga disimulasikan menggunakan helm sesuai standar peraturan lalu lintas.



Gambar 4.3 Kendaraan dan Pengendara Tampak Depan



Gambar 4.4 Kendaraan dan Pengendara di Software Solidwork 2014



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Luas Frontal di Software Solidwork 2014

Luas frontal kendaraan dan pengendara diperoleh dengan cara mengambil gambar tampak depan. Kemudian gambar tersebut dimasukkan ke dalam software Solidwork 2014. Pada



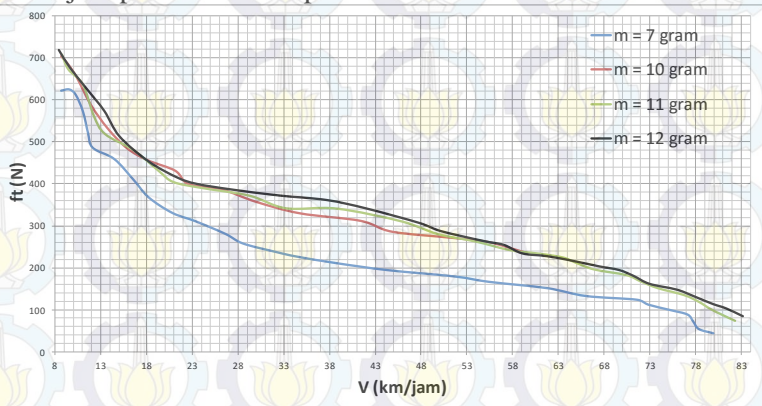
software tersebut terdapat fitur Measure yang berfungsi untuk mengetahui luas permukaan suatu benda. Dari gambar 4.5 terlihat bahwa luas frontal kendaraan dan pengendara adalah senilai  $0,49 \text{ m}^2$ .

## 4.2 Analisa Data dan Pembahasan

### 4.2.1 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap

#### *Roller*

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan gaya dorong kendaraan setiap *roller*. Pada gambar 4.6 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Gaya dorong awal dimulai pada kecepatan 8 km/jam dan 84 km/jam pada akhir kecepatan.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Kendaraan Setiap *Roller*

Pada gambar 4.6 dapat dilihat trendline grafik perbandingan gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. *Roller* 7 gram menghasilkan nilai gaya dorong kendaraan senilai 621,46 N pada kecepatan 8,62 km/jam. Nilai gaya dorong kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai gaya dorong maksimum senilai 624,56 N pada kecepatan 9,5 km/jam. Setelah melewati kecepatan

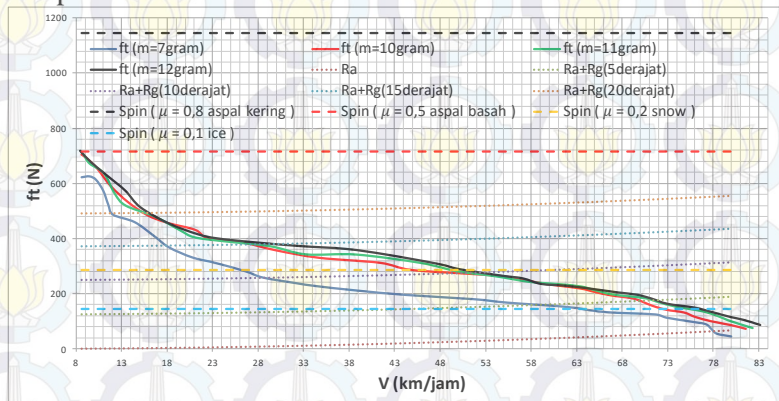
9,5 km/jam, nilai gaya dorong kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan 79,96 km/jam. *Roller* 10 gram menghasilkan nilai gaya dorong maksimum kendaraan senilai 703,31 N pada kecepatan 8,62 km/jam. Nilai gaya dorong kendaraan tersebut menurun hingga mencapai nilai gaya dorong minimum yang bernilai 71,67 N saat kecepatan 81,54 km/jam. *Roller* 11 gram menghasilkan nilai gaya dorong maksimum kendaraan senilai 707,47 N pada kecepatan 8,79 km/jam. Nilai gaya dorong kendaraan tersebut menurun hingga mencapai nilai gaya dorong minimum yang bernilai 73,61 N saat kecepatan 82,33 km/jam. *Roller* 12 gram menghasilkan nilai gaya dorong maksimum kendaraan senilai 719,09 N pada kecepatan 8,41 km/jam. Nilai gaya dorong kendaraan tersebut menurun hingga mencapai nilai gaya dorong minimum yang bernilai 85,23 N saat kecepatan 83,2 km/jam. Secara umum karakteristik trendline grafik nilai gaya dorong kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* adalah sama. Tetapi nilai gaya dorong pada kecepatan tertentu yang dihasilkan masing-masing *roller* tidak sama. Hal ini dikarenakan masing-masing *roller* memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan karena masing-masing *roller* memiliki massa yang berbeda. Semakin besar massa *roller* maka semakin besar pula gaya yang diberikan *primary pulley* terhadap *belt* untuk merenggangkan *secondary pulley*, sehingga rasio transmisi cenderung berubah. Teori ini dapat dibuktikan dari dasar teori bab II tentang analisa gaya pada *roller*. Terlihat pada rumus  $R_c = m\omega^2 \cdot \cos \delta$ ,  $R_b = m\omega^2 \cdot \sin \delta$  dan  $F_d = R_c ( \sin \delta - \mu_c \cdot \cos \delta ) + R_b ( \cos \delta - \mu_b \cdot \sin \delta )$  jika massa ( $m$ ) bertambah maka gaya normal  $R_b$  dan  $R_c$  akan meningkat, sehingga gaya axial yang disebabkan oleh gaya sentrifugal juga akan bertambah.

Dari keempat *roller*, nilai gaya dorong maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller* 12 gram yaitu senilai 719,09 N dan nilai gaya dorong tersebut menurun secara perlahan hingga bernilai 85,23 N pada kecepatan 83,2 km/jam. Pada saat kecepatan menengah sampai akhir, *roller* 12 gram

memiliki nilai gaya dorong yang optimal karena nilai gaya dorong *roller* 12 gram memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dari nilai gaya dorong *roller* lainnya. *Roller* 7 gram, 10 gram dan 11 gram menghasilkan gaya dorong yang nilainya masih dibawah *roller* 12 gram. Pada trenline grafik terlihat bahwa gaya dorong *roller* 7 gram menurun drastis dikarenakan nilai torsi roda yang juga menurun. Nilai torsi roda ini dapat dilihat saat kecepatan 8,62 km/jam sampai 79,96 km/jam yang bernilai 157,29 Nm sampai 11,27 Nm untuk *roller* 7 gram. Sedangkan untuk *roller* yang lain bernilai 182,01 Nm sampai 18,14 Nm. Hal ini merupakan sebab nilai gaya dorong *roller* 7 gram menurun drastis

#### 4.2.2 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Beserta Pengaruh Gaya Hambat dan Spin Kendaraan Setiap *Roller*

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan gaya dorong beserta pengaruh gaya hambat dan spin kendaraan setiap *roller*. Pada gambar 4.7 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Gaya dorong awal dimulai pada kecepatan 8 km/jam dan 84 km/jam pada akhir kecepatan.



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Gaya Dorong Beserta Pengaruh Gaya Hambat dan Spin Kendaraan Setiap *Roller*



Pada gambar 4.7 dapat dilihat trendline grafik gaya dorong kendaraan yang dihasilkan berbagai massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan beserta gaya hambat yang terjadi. Gaya hambat yang terjadi adalah *rolling resistance*, *grade resistance* dan *aerodynamic resistance*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.7 hanya gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Nilai gaya hambat udara dipengaruhi oleh densitas udara, koefisien drag, luas frontal kendaraan dan pengendara, serta kecepatan relatif udara dan kendaraan yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.8. Karena pada saat proses *dynotest* udara dianggap tidak bergerak, maka kecepatan udara yang menerpa kendaraan dianggap sama dengan kecepatan kendaraan. Gaya hambat akibat sudut tanjak pada gambar 4.7 divariasikan dalam beberapa sudut yaitu  $5^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $15^\circ$  dan  $20^\circ$ . Semakin besar sudut tanjak pada lintasan maka semakin besar pula gaya hambat akibat sudut tanjak. Kondisi spin juga diperhitungkan dalam grafik gaya dorong ini. Nilai koefisien gesek yang akan digunakan yaitu  $\mu = 0,8$  untuk kondisi jalan aspal kering,  $\mu = 0,5$  untuk kondisi jalan aspal basah,  $\mu = 0,2$  untuk kondisi jalan *snow* dan  $\mu = 0,1$  untuk kondisi jalan *ice*.

Dari kedua trendline grafik pada gambar 4.7 diperoleh nilai kecepatan maksimum yang mampu dicapai kendaraan. Nilai kecepatan maksimum diperoleh akibat adanya titik potong antara trendline grafik gaya dorong kendaraan dan gaya hambat udara ditambah gaya akibat sudut tanjak. Titik potong ini berarti nilai gaya dorong kendaraan sama dengan gaya hambat udara ditambah gaya akibat sudut tanjak terhadap kendaraan. Sehingga pada kecepatan dimana terdapat titik potong tersebut merupakan kecepatan maksimum kendaraan (percepatan kendaraan sama dengan nol). Pada gambar 4.7 terlihat kecepatan maksimum kendaraan dengan massa *roller* 7, 10, 11 dan 12 gram senilai 11,55 ; 13,74 ; 13,48 dan 15,05 km/jam untuk  $R_a + R_g(20^\circ)$

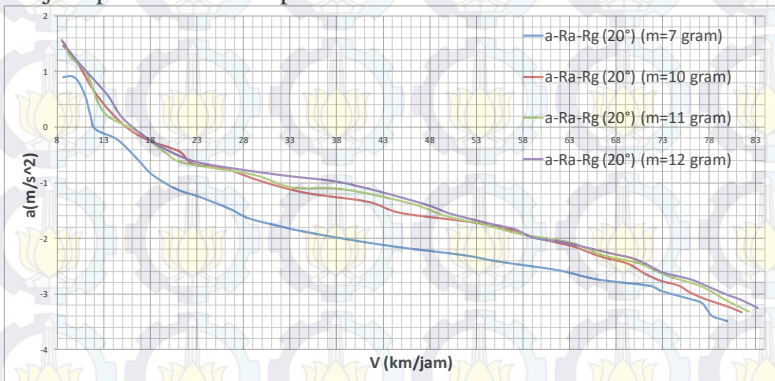


saat nilai gaya dorong sebesar 521,88 ; 530,41 ; 518,78 dan 513,36 N, 16,59 ; 26,12 ; 24,12 dan 27,26 km/jam untuk  $Ra+Rg(15^\circ)$  saat nilai gaya dorong sebesar 408,36 ; 386,28 ; 389,76 dan 387,05 N, 28,53 ; 44,81 ; 49,87 dan 50,19 km/jam untuk  $Ra+Rg(10^\circ)$  saat nilai gaya dorong sebesar 258,03 ; 285,15 ; 280,12 dan 287,87 N, 55,41 ; 69,28 ; 70,47 dan 71,25 km/jam untuk  $Ra+Rg(5^\circ)$  saat nilai gaya dorong sebesar 166,98 ; 180,54 ; 182,48 dan 181,32 N dan 77,76 ; 81,54 ; 82,33 dan 83,2 km/jam untuk  $Ra$  saat nilai gaya dorong sebesar 72,45 ; 71,67 ; 73,61 dan 85,23 N. Setelah melewati titik potong, percepatan kendaraan bernilai negatif. Hal ini menyebabkan gaya dorong yang dihasilkan kendaraan tidak mampu melawan gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sehingga, kendaraan tidak dapat dipercepat lagi setelah melewati titik potong tersebut.

Pada gambar 4.7 di atas terlihat nilai dari gaya spin dari masing – masing kondisi jalan yaitu jalan aspal kering, aspal basah, *snow* dan *ice*. Pada kondisi ini jika nilai gaya dorong lebih besar daripada nilai gaya spin maka akan terjadi kondisi spin. Spin merupakan kondisi dimana nilai gaya dorong melebihi nilai koefisien gesek dikalikan gaya normalnya. Pada saat kondisi ini roda kendaraan akan berputar dan bergesekan dengan jalan, namun banyak terjadi *losses* pada percepatan. Pada kondisi jalan aspal kering tidak terjadi spin karena nilai gaya dorong masih di bawah nilai kondisi spin pada aspal kering. Pada kondisi jalan aspal basah terjadi spin pada nilai gaya dorong lebih dari 715,4 N saat kecepatan 8,41 km/jam untuk *roller* 12 gram saja. Pada kondisi jalan *snow* terjadi spin pada nilai gaya dorong lebih dari 286,16 N saat kecepatan 8,62 – 23,36 km/jam untuk *roller* 7 gram, 8,62 – 41,35 km/jam untuk *roller* 10 gram, 8,79 – 45,91 km/jam untuk *roller* 11 gram dan 8,41 – 50,19 km/jam untuk *roller* 12 gram. Pada kondisi jalan *ice* terjadi spin pada nilai gaya dorong lebih dari 143,08 N saat kecepatan 8,62 – 61,79 km/jam untuk *roller* 7 gram, 8,62 – 71,25 km/jam untuk *roller* 10 gram, 8,62 – 73,9 km/jam untuk *roller* 11 gram dan 8,62 – 76 km/jam untuk *roller* 12 gram.

#### 4.2.3 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 20 Derajat

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan percepatan beserta pengaruh gaya hambat kendaraan setiap *roller* pada tanjakan 20 derajat. Pada gambar 4.8 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Percepatan awal dimulai pada kecepatan 8 km/jam dan 84 km/jam pada akhir kecepatan.



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 20 Derajat

Pada gambar 4.8 dapat dilihat trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan semua massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Nilai percepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat akibat sudut tanjak, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.5. Pada pembahasan sebelumnya, nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi roda yang dihasilkan dari proses *dynotest*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi roda dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.8 hanya gaya hambat udara

dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sedangkan nilai kecepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin, radius roda, rasio transmisi, dan rasio *final drive*) yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.4.

*Roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan kendaraan senilai  $0,89 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai percepatan maksimum senilai  $0,91 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ , nilai percepatan kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V = 11,55 \text{ km/jam}$ ). *Roller* 10, 11 dan 12 gram menghasilkan nilai percepatan maksimum senilai  $1,45$  ;  $1,48$  dan  $1,56 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62$  ;  $8,79$  dan  $8,41 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V_{\text{maks}} = 13,74$  ;  $13,48$  dan  $15,05 \text{ km/jam}$ ).

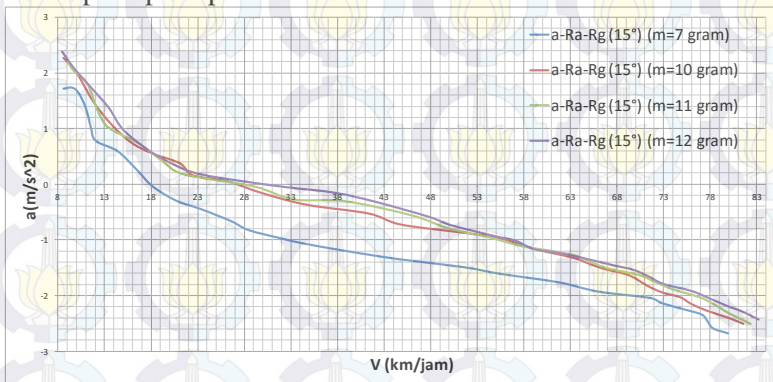
Dari keempat *roller*, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller* 12 gram yaitu senilai  $1,56 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,41 \text{ km/jam}$ . *Roller* 10 dan 11 gram mampu menghasilkan nilai rata-rata percepatan yang nilainya masih di atas *roller* 7 gram. Sedangkan *roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan terendah pada kecepatan awal sampai maksimum.

#### **4.2.4 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap Roller Pada Tanjakan 15 Derajat**

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan percepatan beserta pengaruh gaya hambat kendaraan setiap *roller* pada tanjakan 15 derajat. Pada gambar 4.9 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Percepatan awal dimulai pada kecepatan  $8 \text{ km/jam}$  dan  $84 \text{ km/jam}$  pada akhir kecepatan.



Pada gambar 4.9 dapat dilihat trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan semua massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Nilai percepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat akibat sudut tanjak, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.5. Pada pembahasan sebelumnya, nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi roda yang dihasilkan dari proses *dynotest*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi roda dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.8 hanya gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sedangkan nilai kecepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin, radius roda, rasio transmisi, dan rasio *final drive* yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.4.



Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 15 Derajat

*Roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan kendaraan senilai  $1,71 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai percepatan maksimum senilai  $1,73 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ , nilai percepatan kendaraan



mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V = 16,59$  km/jam). *Roller* 10, 11 dan 12 gram menghasilkan nilai percepatan maksimum senilai  $2,27$  ;  $2,3$  dan  $2,38$   $\text{m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62$  ;  $8,79$  dan  $8,41$  km/jam. Nilai percepatan kendaraan tersebut mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V_{\text{maks}} = 26,12$  ;  $24,14$  dan  $27,26$  km/jam).

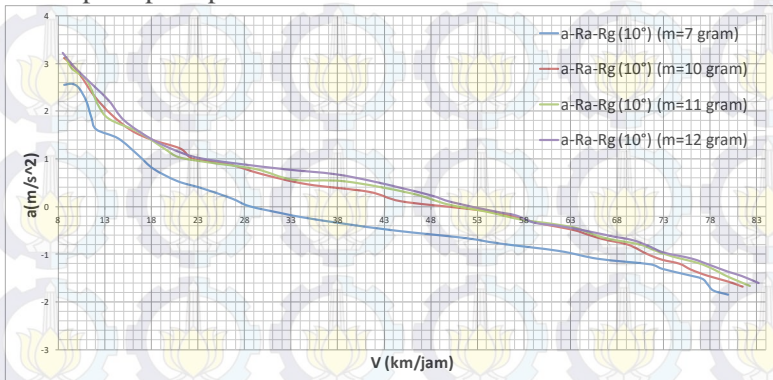
Dari keempat *roller*, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller* 12 gram yaitu senilai  $2,38$   $\text{m/s}^2$  pada kecepatan  $8,41$  km/jam. *Roller* 10 dan 11 gram mampu menghasilkan nilai rata-rata percepatan yang nilainya masih di atas *roller* 7 gram. Sedangkan *roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan terendah pada kecepatan awal sampai maksimum.

#### **4.2.5 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap Roller Pada Tanjakan 10 Derajat**

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan percepatan beserta pengaruh gaya hambat kendaraan setiap *roller* pada tanjakan 10 derajat. Pada gambar 4.10 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Percepatan awal dimulai pada kecepatan 8 km/jam dan 84 km/jam pada akhir kecepatan.

Pada gambar 4.10 dapat dilihat trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan semua massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Nilai percepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat akibat sudut tanjak, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.5. Pada pembahasan sebelumnya, nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi roda yang dihasilkan dari proses *dynotest*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi roda dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang

telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.8 hanya gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sedangkan nilai kecepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin, radius roda, rasio transmisi, dan rasio *final drive*) yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.4.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 10 Derajat

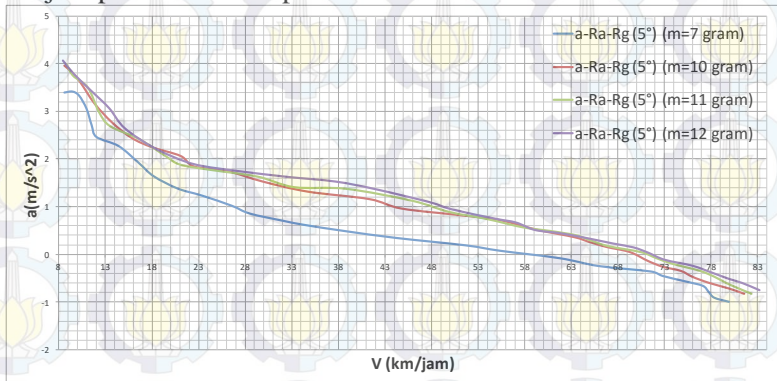
*Roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan kendaraan senilai  $2,54 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai percepatan maksimum senilai  $2,56 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ , nilai percepatan kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V = 28,53 \text{ km/jam}$ ). *Roller* 10, 11 dan 12 gram menghasilkan nilai percepatan maksimum senilai  $3,1$  ;  $3,13$  dan  $3,21 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62$  ;  $8,79$  dan  $8,41 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V_{\text{maks}} = 44,81$  ;  $49,87$  dan  $50,19 \text{ km/jam}$ ).

Dari keempat *roller*, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller* 12 gram yaitu

senilai  $3,21 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,41 \text{ km/jam}$ . *Roller* 10 dan 11 gram mampu menghasilkan nilai rata-rata percepatan yang nilainya masih di atas *roller* 7 gram. Sedangkan *roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan terendah pada kecepatan awal sampai maksimum.

#### 4.2.6 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 5 Derajat

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan percepatan beserta pengaruh gaya hambat kendaraan setiap *roller* pada tanjakan 5 derajat. Pada gambar 4.11 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Percepatan awal dimulai pada kecepatan  $8 \text{ km/jam}$  dan  $84 \text{ km/jam}$  pada akhir kecepatan.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Tanjakan 5 Derajat

Pada gambar 4.11 dapat dilihat trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan semua massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Nilai percepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat akibat sudut tanjak, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi yang secara rumus dapat dilihat



pada pada persamaan 2.5. Pada pembahasan sebelumnya, nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi roda yang dihasilkan dari proses *dynotest*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi roda dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.8 hanya gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sedangkan nilai kecepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin, radius roda, rasio transmisi, dan rasio *final drive*) yang secara rumus dapat dilihat pada pada persamaan 2.4.

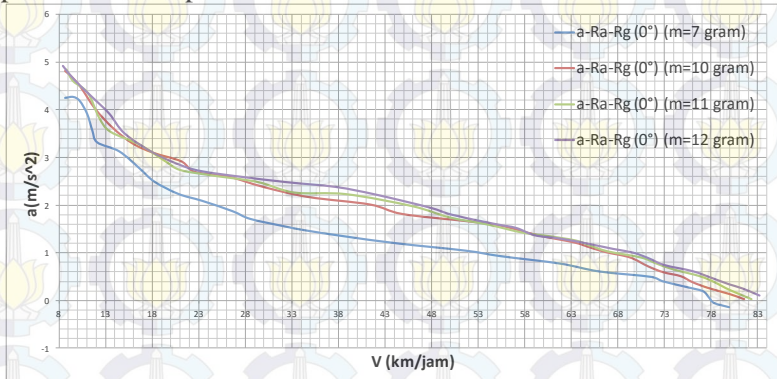
*Roller 7* gram menghasilkan nilai percepatan kendaraan senilai  $3,39 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai percepatan maksimum senilai  $3,41 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ , nilai percepatan kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V = 55,41 \text{ km/jam}$ ). *Roller 10*, *11* dan *12* gram menghasilkan nilai percepatan maksimum senilai  $3,95$  ;  $3,98$  dan  $4,06 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62$  ;  $8,79$  dan  $8,41 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V_{\text{maks}} = 69,28$  ;  $70,47$  dan  $71,25 \text{ km/jam}$ ).

Dari keempat *roller*, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller 12* gram yaitu senilai  $4,06 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,41 \text{ km/jam}$ . *Roller 10* dan *11* gram mampu menghasilkan nilai rata-rata percepatan yang nilainya masih di atas *roller 7* gram. Sedangkan *roller 7* gram menghasilkan nilai percepatan terendah pada kecepatan awal sampai maksimum.



#### 4.2.7 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Pengaruh Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Jalan Datar

Berikut ini adalah data hasil grafik perbandingan percepatan beserta pengaruh gaya hambat kendaraan setiap *roller* pada jalan datar. Pada gambar 4.12 menggunakan 4 macam varian massa *roller* yaitu 7 gram, 10 gram, 11 gram dan 12 gram. Percepatan awal dimulai pada kecepatan 8 km/jam dan 84 km/jam pada akhir kecepatan.



Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Percepatan Beserta Gaya Hambat Kendaraan Setiap *Roller* Pada Jalan Datar

Pada gambar 4.12 dapat dilihat trendline grafik percepatan kendaraan yang dihasilkan semua massa *roller* sebagai fungsi kecepatan kendaraan. Nilai percepatan kendaraan tersebut dipengaruhi oleh nilai gaya dorong kendaraan, gaya hambat rolling, gaya hambat akibat sudut tanjak, gaya hambat udara, massa kendaraan dan pengemudi yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.5. Pada pembahasan sebelumnya, nilai gaya dorong kendaraan merupakan konversi dari torsi roda yang dihasilkan dari proses *dynotest*. Karena pada saat proses *dynotest* nilai torsi roda dan putaran mesin merupakan hasil kalkulasi yang telah memperhitungkan gaya hambat rolling, maka gaya hambat yang diperhitungkan pada gambar 4.8 hanya gaya hambat udara dan gaya hambat akibat sudut tanjak. Sedangkan nilai kecepatan

kendaraan tersebut dipengaruhi oleh putaran mesin, radius roda, rasio transmisi, dan rasio *final drive*) yang secara rumus dapat dilihat pada persamaan 2.4.

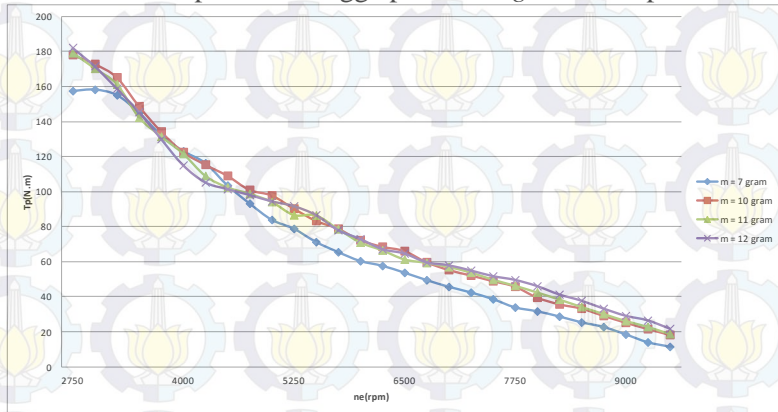
*Roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan kendaraan senilai  $4,25 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai percepatan maksimum senilai  $4,27 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ . Setelah melewati kecepatan  $9,5 \text{ km/jam}$ , nilai percepatan kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V = 77,76 \text{ km/jam}$ ). *Roller* 10, 11 dan 12 gram menghasilkan nilai percepatan maksimum senilai  $4,81$  ;  $4,8$  dan  $4,92 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,62$  ;  $8,79$  dan  $8,41 \text{ km/jam}$ . Nilai percepatan kendaraan tersebut mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga kecepatan maksimum ( $V_{\text{maks}} = 81,54$  ;  $82,33$  dan  $83,2 \text{ km/jam}$ ).

Dari keempat *roller*, nilai percepatan maksimum kendaraan terbesar mampu dihasilkan oleh *roller* 12 gram yaitu senilai  $4,92 \text{ m/s}^2$  pada kecepatan  $8,41 \text{ km/jam}$ . *Roller* 10 dan 11 gram mampu menghasilkan nilai rata-rata percepatan yang nilainya masih di atas *roller* 7 gram. Sedangkan *roller* 7 gram menghasilkan nilai percepatan terendah pada kecepatan awal sampai maksimum.

#### **4.2.8 Grafik Perbandingan Torsi Roda Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap Roller**

Pada gambar 4.13 dapat dilihat trendline grafik perbandingan torsi roda kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* sebagai fungsi kecepatan putaran *engine* kendaraan. *Roller* 7 gram menghasilkan nilai torsi roda kendaraan senilai  $228,36 \text{ Nm}$  pada putaran *engine*  $1500 \text{ rpm}$ . Nilai torsi roda kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai torsi roda maksimum senilai  $237,51 \text{ Nm}$  pada putaran *engine*  $1833 \text{ rpm}$ . Setelah melewati putaran *engine*  $1833 \text{ rpm}$ , nilai torsi roda kendaraan

mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm.



Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Torsi Roda Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap *Roller*

*Roller* 10 gram menghasilkan nilai torsi roda kendaraan senilai 227,22 Nm pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai torsi roda kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai torsi roda maksimum senilai 235,65 Nm pada putaran *engine* 1842 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 1842 rpm, nilai torsi roda kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm. *Roller* 11 gram menghasilkan nilai torsi roda kendaraan senilai 226,23 Nm pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai torsi roda kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai torsi roda maksimum senilai 231,63 Nm pada putaran *engine* 1781 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 1781 rpm, nilai torsi roda kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm. *Roller* 12 gram menghasilkan nilai torsi roda kendaraan senilai 222,41 Nm pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai torsi roda kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai torsi roda maksimum senilai 230,35 Nm pada putaran *engine* 1731 rpm.



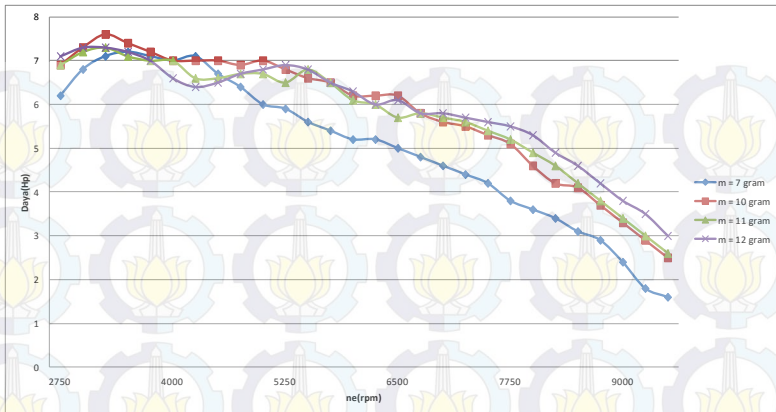
Setelah melewati putaran *engine* 1731 rpm, nilai torsi roda kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm

Secara umum, karakteristik trendline grafik nilai torsi roda kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* adalah sama. Tetapi nilai torsi roda pada kecepatan tertentu yang dihasilkan masing-masing *roller* tidak sama. Hal ini dikarenakan masing-masing *roller* memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan karena masing-masing *roller* memiliki massa yang berbeda. Semakin besar massa *roller* maka semakin besar pula gaya yang diberikan *primary pulley* terhadap *belt* untuk merenggangkan *secondary pulley*, sehingga rasio transmisi cenderung mengecil.

#### **4.2.9 Grafik Perbandingan Daya Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap Roller**

Pada gambar 4.14 dapat dilihat trendline grafik perbandingan daya kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* sebagai fungsi kecepatan putaran *engine* kendaraan. *Roller* 7 gram menghasilkan nilai daya kendaraan senilai 4,7 pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai daya kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai daya maksimum senilai 7,2 Hp pada putaran *engine* 3500 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 3500 rpm, nilai daya kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm. *Roller* 10 gram menghasilkan nilai daya kendaraan senilai 4,7 Hp pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai daya kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai daya maksimum senilai 7,6 Hp pada putaran *engine* 3266 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 3266 rpm, nilai daya kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm.



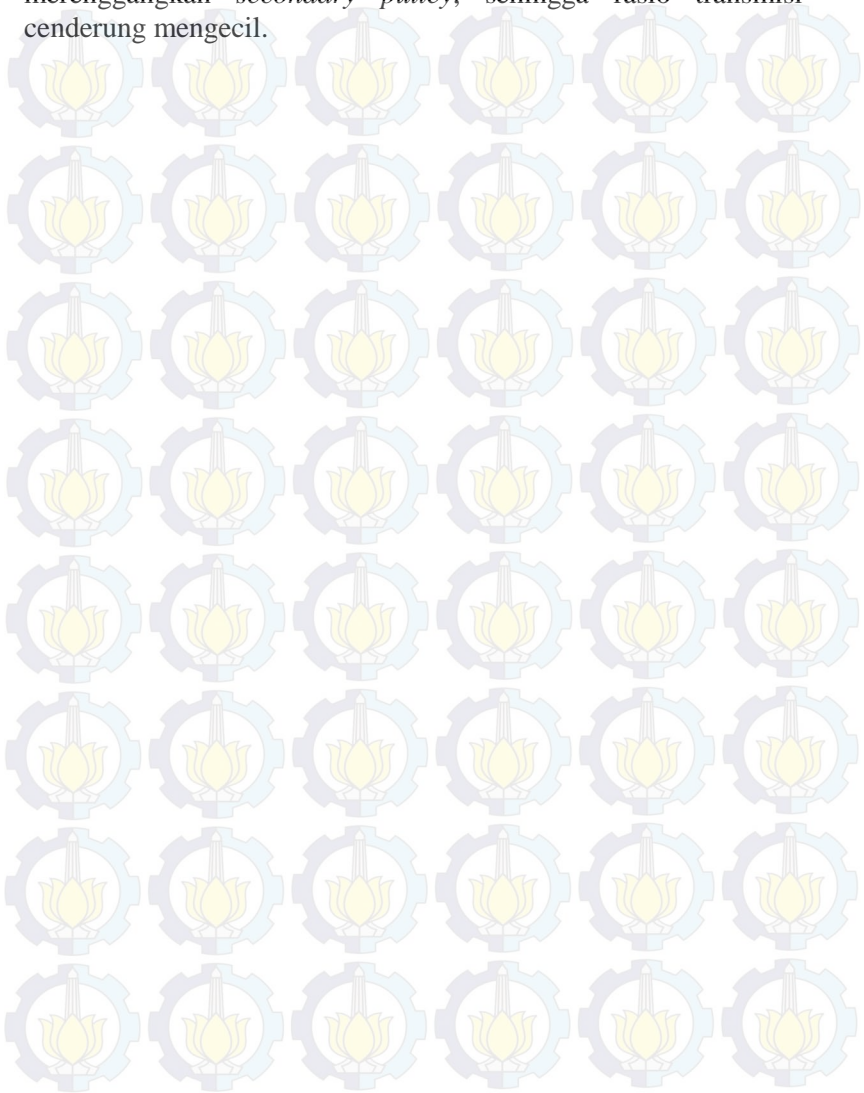


Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Daya Terhadap Kecepatan Putaran Engine Kendaraan Setiap *Roller*

*Roller* 11 gram menghasilkan nilai daya kendaraan senilai 4,7 Hp pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai daya kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai daya maksimum senilai 7,3 Hp pada putaran *engine* 3202 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 3202 rpm, nilai daya kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm. *Roller* 12 gram menghasilkan nilai daya kendaraan senilai 4,5 Hp pada putaran *engine* 1500 rpm. Nilai daya kendaraan tersebut meningkat hingga mencapai nilai daya maksimum senilai 7,3 Hp pada putaran *engine* 3265 rpm. Setelah melewati putaran *engine* 3265 rpm, nilai daya kendaraan mengalami penurunan dimana trendline pada grafik terlihat menurun secara perlahan hingga putaran *engine* 9500 rpm.

Secara umum, karakteristik trendline grafik nilai daya kendaraan yang dihasilkan keempat *roller* adalah sama. Tetapi nilai daya pada kecepatan tertentu yang dihasilkan masing-masing *roller* tidak sama. Hal ini dikarenakan masing-masing *roller* memiliki rasio transmisi yang berbeda. Perbedaan rasio transmisi tersebut diakibatkan karena masing-masing *roller* memiliki massa yang berbeda. Semakin besar massa *roller* maka semakin besar

pula gaya yang diberikan *primary pulley* terhadap *belt* untuk merenggangkan *secondary pulley*, sehingga rasio transmisi cenderung mengecil.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisa yang telah dilakukan menggunakan kendaraan Honda Scoopy 110 cc dengan massa kendaraan dan pengendara sebesar 146 kg dapat ditarik kesimpulan antara lain:

1. *Roller 7 gram, roller 10 gram, roller 11 gram dan roller 12 gram* menghasilkan nilai gaya dorong maksimum kendaraan masing-masing sebesar 624,56 N; 703,31 N; 707,47 N dan 719,09 N.
2. *Roller 7 gram, roller 10 gram, roller 11 gram dan roller 12 gram* menghasilkan kecepatan maksimum kendaraan masing-masing sebesar 77,761 km/jam; 81,5453 km/jam; 82,337 km/jam dan 83,2079 km/jam. Pada saat kendaraan mengalami kecepatan maksimum maka tidak akan terjadi percepatan.
3. *Roller 12 gram* merupakan *roller* paling baik serta cocok digunakan untuk berkendara di jalan yang terdapat tanjakan maupun datar juga memaksimalkan *acceleration* dan *top speed*.
4. Pada analisa spin disarankan menggunakan *roller 7 gram* pada kondisi jalan aspal basah, *snow* dan *ice*.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari tugas akhir ini sehingga bisa menjadi pertimbangan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

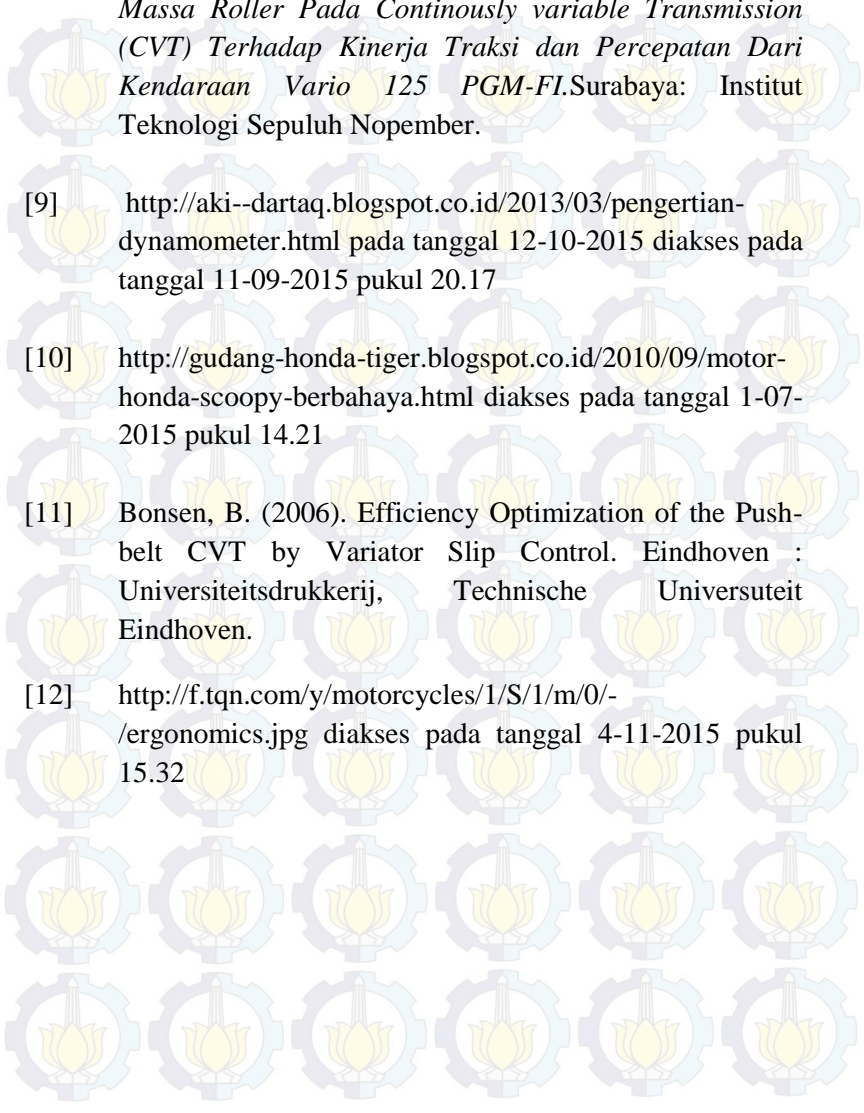
1. Dari pembahasan sebelumnya telah dibahas bahwa *roller 12 gram* menghasilkan nilai rata-rata gaya dorong terbesar pada kecepatan rendah sampai tinggi. Sehingga, *roller 12 gram* merupakan *roller* paling baik serta cocok digunakan untuk berkendara di jalan yang terdapat tanjakan maupun datar juga memaksimalkan *acceleration*

dan *top speed*. Karena untuk melewati kondisi jalan tersebut dibutuhkan kendaraan dengan nilai gaya dorong dan percepatan yang besar pada kecepatan rendah sampai tinggi. *Roller* 10 dan 11 gram juga cocok digunakan pada kondisi yang sama. Karena *roller* ini mampu menghasilkan nilai gaya dorong dan percepatan yang lebih tinggi di beberapa tingkat kecepatan tertentu walaupun nilai rata –rata gaya dorong dan percepatan kendaraan pada kecepatan menengah sampai maksimal tidak lebih besar daripada yang dihasilkan *roller* 12 gram. Pada analisa spin disarankan menggunakan *roller* 7 gram pada kondisi jalan aspal basah, *snow* dan *ice* karena nilai gaya dorong pada *roller* 7 gram lebih kecil saat kecepatan rendah sampai tinggi daripada nilai gaya dorong *roller* yang lain. *Range* kecepatan pada kondisi spin yang dimiliki *roller* 7 gram juga cenderung lebih pendek dibandingkan *roller* lainnya



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jama, Julius. (2008). Teknik Sepeda Motor Jilid 3 untuk SMK. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional.
- [2] Made Dwi Budiana P., I Ketut Adi Atmika, IDG. Ary Subagia. (2008). Variasi Berat Roller Sentrifugal pada Continuously Variable Transmission (CVT) terhadap Kinerja Traksi Sepeda Motor. [PDF Document].
- [3] PT. Yamaha Motor Manufacturing. (2005). Continuously Variable Transmission [Power Point Slides].
- [4] Sutantra, I.N., & Bambang Sampurno. (2010). *Teknologi Otomotif Edisi Kedua*. Surabaya: Guna Widya.
- [5] <http://www.lazada.co.id/moonar-digital-laser-photo-tachometer-hitam-1096697.html> diakses pada tanggal 8-09-2015 pukul 09.33
- [6] [http://alatkerja.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=16](http://alatkerja.com/index.php?main_page=product_info&products_id=16) diakses pada tanggal 29-04-2015 pukul 09.33
- [7] Prasetyo Nanda Tito. (2014). *Analisa Perbandingan Performa Vario 125 PGM-FI Dengan New Vario 110 FI Yang Menggunakan Transmisi Otomatis Berupa CVT*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- 
- [8] Putranto Bimo Bagus. (2014). *Studi Eksperimen Variasi Massa Roller Pada Continously variable Transmission (CVT) Terhadap Kinerja Traksi dan Percepatan Dari Kendaraan Vario 125 PGM-FI*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [9] <http://aki--dartaq.blogspot.co.id/2013/03/pengertian-dynamometer.html> pada tanggal 12-10-2015 diakses pada tanggal 11-09-2015 pukul 20.17
- [10] <http://gudang-honda-tiger.blogspot.co.id/2010/09/motor-honda-scoopy-berbahaya.html> diakses pada tanggal 1-07-2015 pukul 14.21
- [11] Bonsen, B. (2006). Efficiency Optimization of the Push-belt CVT by Variator Slip Control. Eindhoven : Universiteitsdrukkerij, Technische Universiteit Eindhoven.
- [12] <http://f.tqn.com/y/motorcycles/1/S/1/m/0/-/ergonomics.jpg> diakses pada tanggal 4-11-2015 pukul 15.32

## BIODATA PENULIS



**Muhammad Akif Habibullah** dilahirkan di Lamongan, 08 Desember 1991 anak yang terlahir dari orangtua terbaik bernama Saifuddin Zuhri dan Yunaiti Syamsi. Riwayat pendidikan penulis diawali di SDN Kebonsari 2 Tuban pada tahun 1998-2004. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMPN 1 Tuban pada tahun 2004-2007 kemudian melanjutkan pendidikannya di SMAN 1 Tuban pada tahun 2007-2010. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan jenjang S-1 Jurusan Teknik Mesin di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur Program Unggulan Mandiri.

Penulis aktif dalam kegiatan akademik maupun organisasi selama perkuliahan. Dalam organisasi kemahasiswaan, penulis aktif menjadi staff divisi roda dua di Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin (LBMM) pada tahun 2012-2014.

Motto hidup penulis “All Is Well” menjadikan penulis lebih tegar dalam menghadapi masalah. Untuk semua informasi dan masukan terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email [akif\\_sbc\\_8@yahoo.com](mailto:akif_sbc_8@yahoo.com)

